VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

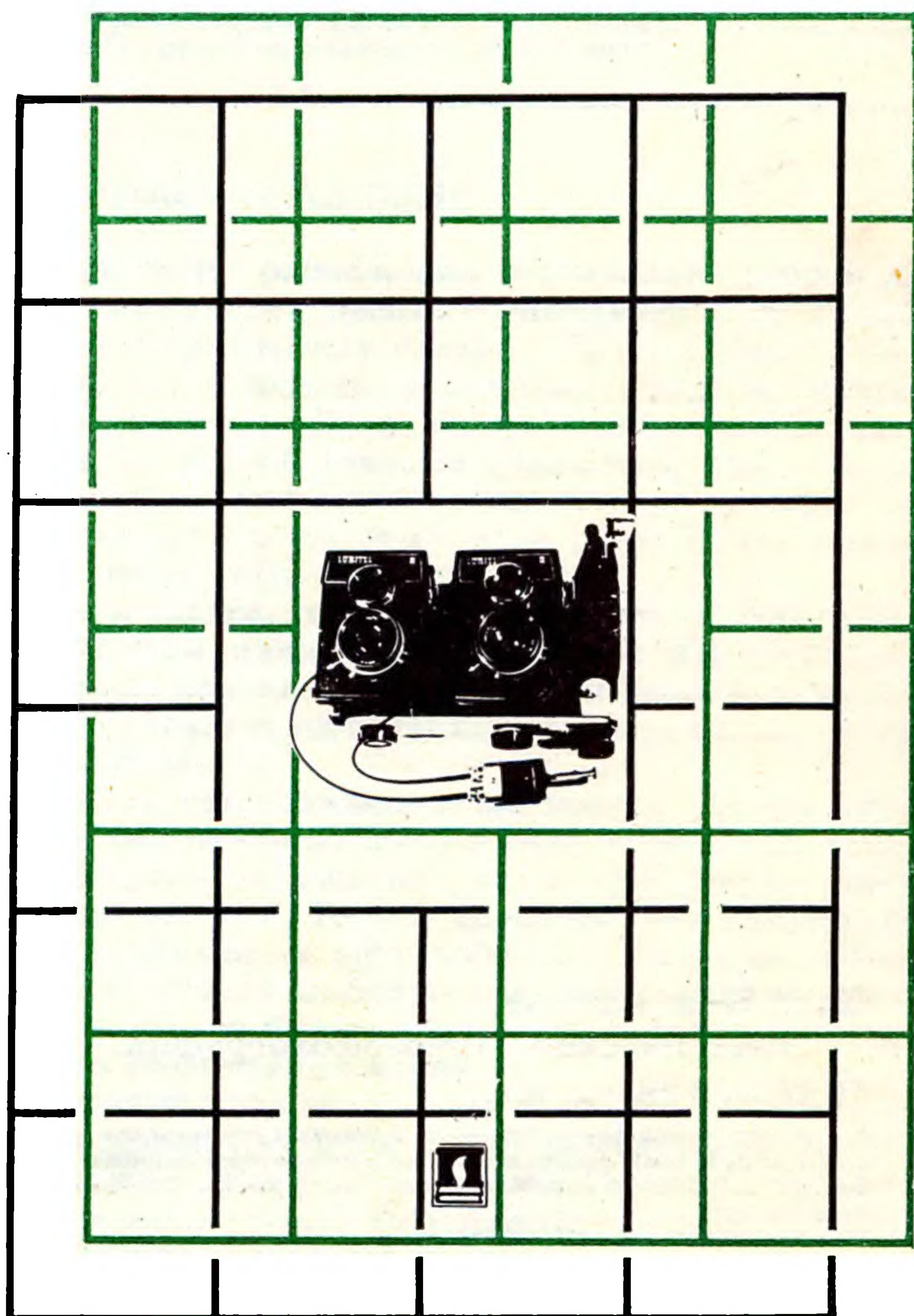
К. и А. Касс

Практическая стереофотография



К. и А. КАСС

ПРАКТИЧЕСКАЯ СТЕРЕОФОТОГРАФИЯ



МИНСК
«ПОЛЫМЯ»
1987

ББК 37.941
К 28
УДК 778.4

Рецензент

С. Н. **Рожков**, кинооператор Всесоюзного научно-исследовательского кинофотоинститута, член Союза кинематографистов СССР

Касс К. и Касс А.
К 28 Практическая стереофотография.— Мн.: Полымя, 1987.— 128 с.: ил.

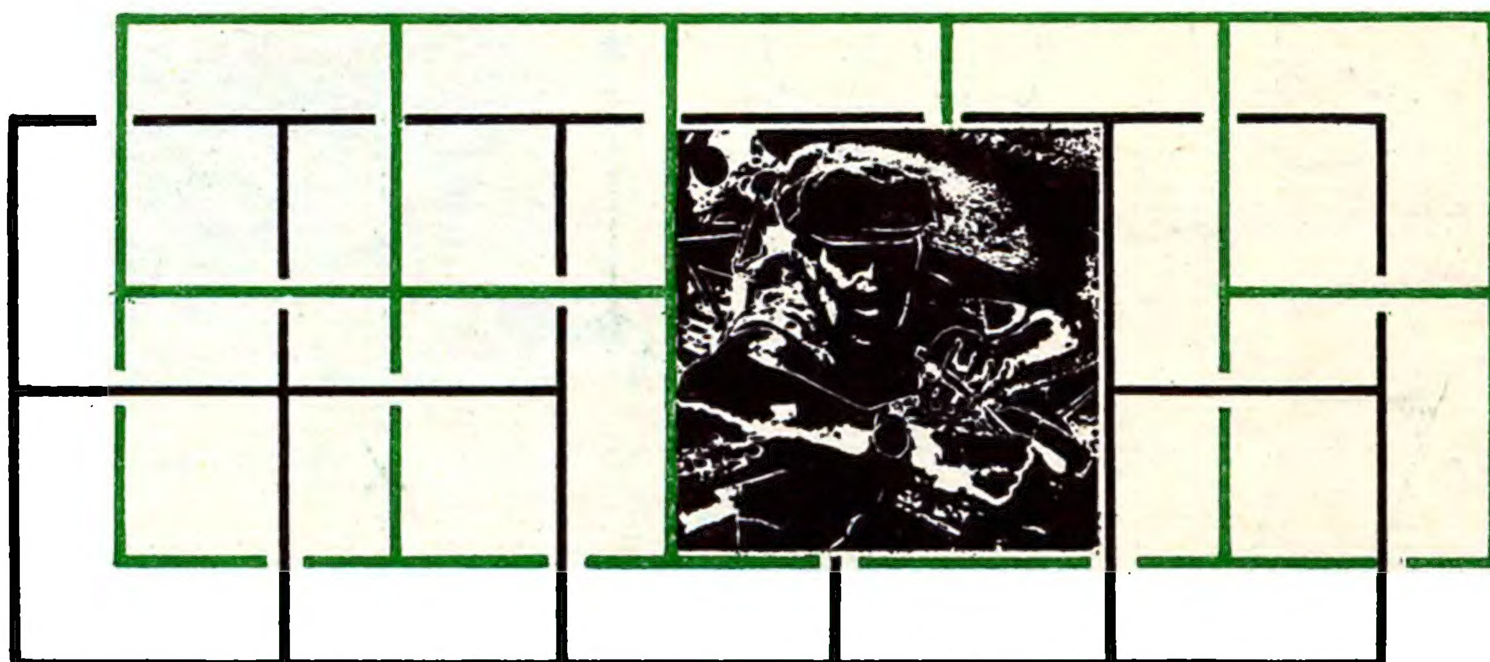
В популярной форме изложены принципы стереосъемки, способы получения объемных изображений, даны рекомендации по изготовлению аппаратуры и приспособлений, позволяющих на практике опробовать различные способы получения и воспроизведения стереоизображений.

Для широкого круга читателей.

4911030000-218
К ——————— 61-87 ББК 37.941
М306(05)-87

© Издательство «Полымя», 1987.

ЧАСТЬ 1



1. ЧТО ТАКОЕ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЕ

Проделаем простой опыт: расположим вертикально ребром кисть руки на расстоянии нескольких десятков сантиметров от лица так, чтобы она находилась строго между глазами. Затем по направлению линии носа выберем какой-нибудь удаленный предмет, например деталь окна — среднюю раму. Если теперь поочередно открывать и закрывать то один, то другой глаз, то покажется, что рука наша движется относительно окна вправо или влево. Теперь повторим опыт, но при этом будем смотреть не на раму, а на руку. И что же? Рука будет неподвижна, а рама станет перемещаться...

Это — явление параллакса, на чем, собственно, и основывается стереовидение. Но об этом ниже. Главное, в чем мы убедились,— каждый глаз видит свою картину, и картины эти несколько отличны. И только мозг как бы сплавляет их воедино. В этом — главное условие возникновения стереоэффекта.

На рис. 1 перед вами стереоизображение конуса. Держа рисунок неподвижно и ровно, без наклона, попытайтесь вглядеться «сквозь» изображения... Когда увидите уже не два, а три конуса, начните рассматривать средний из них. Только спокойно, без напряжения... Всмотритесь в круг поменьше, в круг побольше, охватите взглядом боковую поверхность. Поначалу изображение вновь может превратиться в две плоские картины, но будьте терпеливы, и вы увидите конус объемным, то есть его стереоизображение.

То, что левый и правый глаз видят один и тот же предмет по-разному, было замечено давно. Как и то, что нарисованными изображениями можно «обмануть» зрение (то, что вы испытали только что на себе при разглядывании конусов). Но поскольку подобным способом оказалось довольно сложно разглядывать стереокартины, а у человека нетерпеливого из этого и вовсе может ничего не получиться, возникла необходимость в специальном приспособлении. Таким приспособлением явился стереоскоп. Он был изобретен задолго до того, как родилась сама фотография.

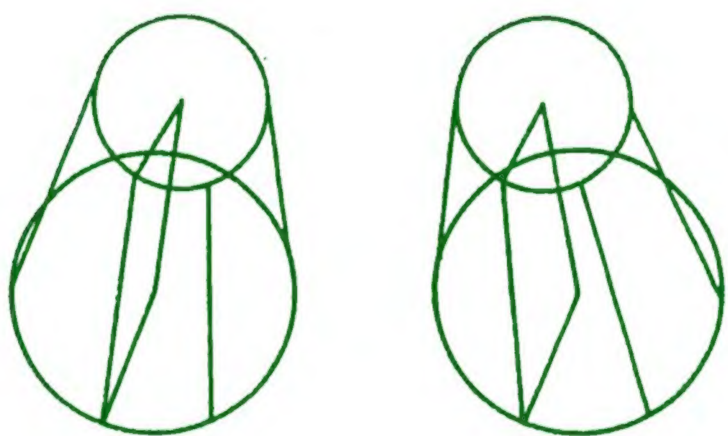


Рис. 1. Стереоизображение конуса

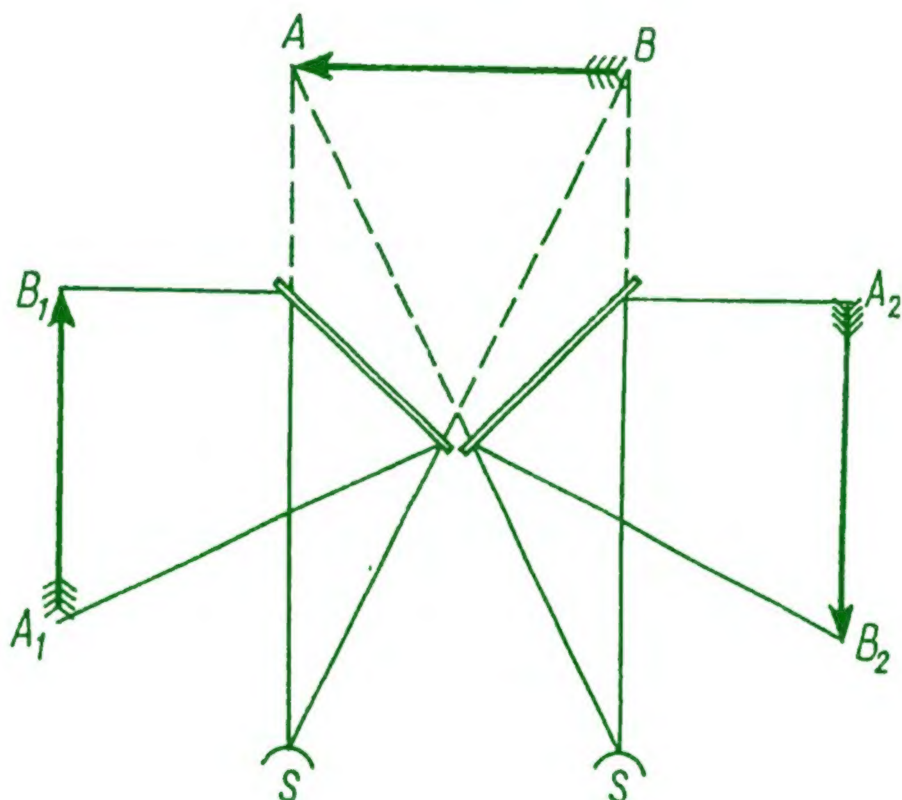


Рис. 3. Схема 3-зеркального стереоскопа Уайтстона

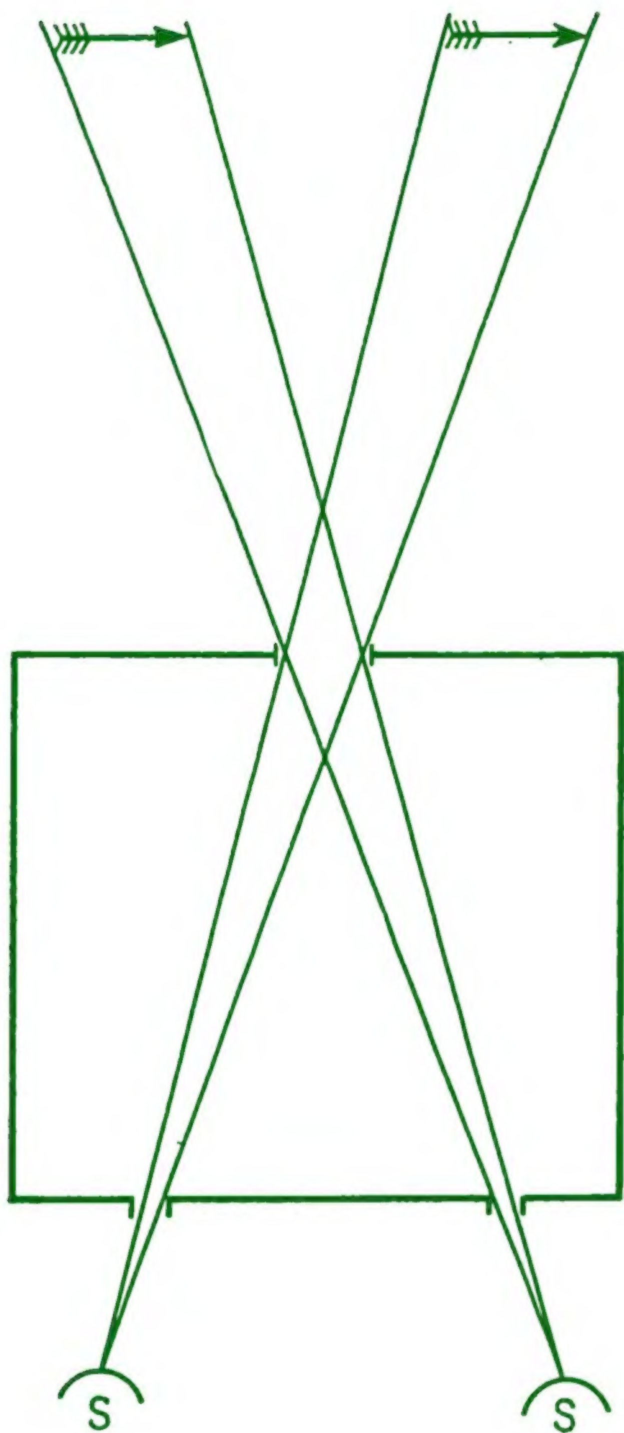


Рис. 2. Схема стереоскопа

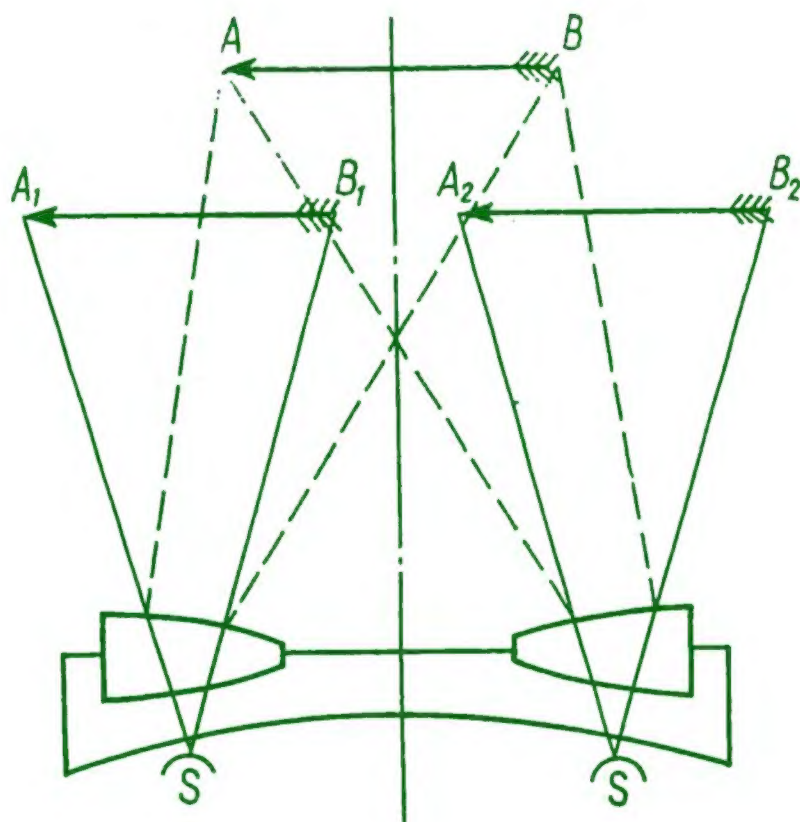


Рис. 4. Схема линзово-призменного стереоскопа Брюстера

Простейшим по конструкции был стереоскоп англичанина Эллиота (1829 г.). Он представлял собой ящик, на передней стенке которого были сделаны два 5-миллиметровых отверстия для глаз, на задней — узкая щель, в которую левый глаз видел правую, а правый — левую картину (рис. 2). С помощью этого стереоскопа можно было разглядывать лишь простые рисованные изображения. Фотографии, как уже говорилось, появились значительно позднее. Стереоскоп был неудобен в пользовании. Кроме того, он очень утомлял зрение, ибо приходилось косить глазами.



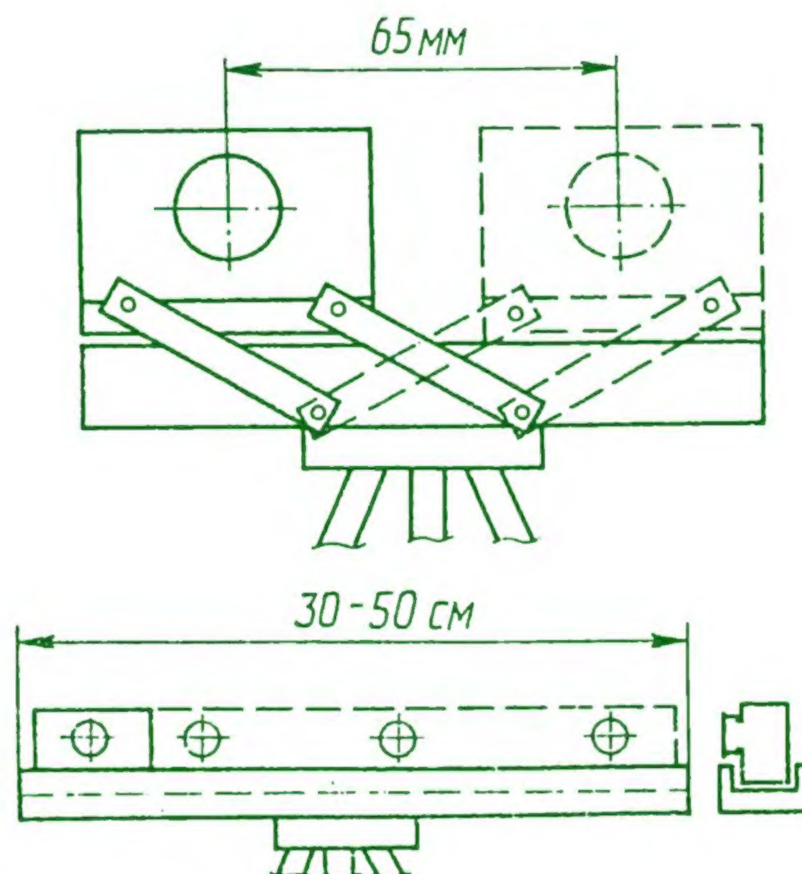


Рис. 5. Стереофотоаппарат «Спутник»

Рис. 6. Схемы передвижных площадок

Английский физик Чарльз Уайтстон в 1833 году сконструировал зеркальный стереоскоп, который значительно облегчал процесс рассматривания стереоизображений (рис. 3). Недостатком этого стереоскопа было то, что картины в нем не сдваивались (т. е. не составляли стереопары), а располагались порознь, и малейшее их взаимоперемещение затрудняло восприятие.

А вообще-то и смотреть было особенно нечего, пока в 1839 году не изобрели дагерротипию. Именно этот год считается годом рождения фотографии, несмотря на то, что до фотографии в сегодняшнем понятии еще было далеко.

Англичанин Дэвид Брюстер (1781—1868) сконструировал уже более совершенный линзово-призменный стереоскоп, копией которого являются и наши сегодняшние (рис. 4). Между прочим, он же придумал и калейдоскоп, а также открыл свойство поляризации. Через стереоскоп Брюстера стало возможно разглядывать стереопары, смонтированные рядом, и одновременно увеличивать изображение.

Современные стереоскопы, имеющиеся в продаже, предназначены для диапозитивов размером 23×27 мм. Такие диапозитивы делают специальной стереокамерой с двумя объективами, которые как бы заменяют глаза человека с расстоянием между зрачками 63—65 мм. У нас в стране таких камер в серийном производстве нет, в продаже имеются готовые наборы стереопозитивов.

Раньше у нас выпускались фотоаппараты «Спутник», с помощью которых можно было получить двойной негатив, а дальше путем контактного копирования — позитивную стереопару (рис. 5). Правда, кадры, составляющие стереопару, приходилось менять местами. К аппарату прилагался и стереоскоп. Для съемки использовалась обыкновенная пленка шириной 6 см. В настоящее время эти аппараты стали редкостью.

Однако чтобы изготовить стереофотографию, совсем не обязательно иметь специальную аппаратуру. С успехом можно пользоваться и обыкновенным фотоаппаратом. После съемки объекта фотоаппарат сдвигают влево или вправо на так называемый стереобазис и вновь снимают этот же объект. Простейший способ съемки: надо стать так, чтобы расстояние между ногами было примерно 15—20 см; сначала



Рис. 7. Стереофотография

перенести тяжесть тела на левую ногу и сделать снимок, затем — на правую и сделать второй снимок того же объекта. При этом, разумеется, снимаемый объект должен оставаться неподвижным, пока не закончится съемка. Но это не очень надежный способ фотографирования, так как нельзя снимать движущиеся объекты,— кадровые поля не всегда совместятся.

Лучших результатов можно достичь, фотографируя со штатива. Но и штатив придется передвигать в сторону, вместе с этим может сдвинуться и кадровое поле негатива. Поэтому при съемке со штатива используют специальную передвижную площадку. Простейшая передвижная площадка и принцип ее изготовления показаны на рисунке 6. При использовании такой площадки передвигается не сам штатив, а фотоаппарат на нем. Передвижная площадка, изображенная на рисунке внизу, дает возможность при необходимости изменять и стереобазис, кроме того, она проста в изготовлении. Усовершенствовать конструкцию передвижной площадки каждый может по-своему.

Диапозитивы, изготовленные при помощи передвижной площадки, вполне можно смонтировать так, чтобы рассматривать их через стереоскопы, имеющиеся в продаже. Но не следует спешить с изготовлением фотокопий на бумаге.

Попробуйте рассмотреть стереофотографию без стереоскопа так же, как вы смотрели конус (рис. 7). Удалось? Если да, то дальнейший монтаж фотографий для вас уже не составит особого труда. А если не удалось, не огорчайтесь. Ничего страшного с вашими глазами не происходит, все дело в привычке!

2. ЛИНЗОВЫЙ СТЕРЕОСКОП

Если вы уже купили в магазине стереоскоп, то хорошо. Это даст возможность смотреть стереофото, сделанные на 35-миллиметровой диапозитивной пленке при помощи передвижной площадки или штатива, а также покупные стереофотокомплекты. Но стереоскоп можно изготовить своими руками. И тогда вы сможете смотреть увеличенные стереофото, черно-белые и цветные диапозитивы размером 6×6 см. В этом преимущество самодельного стереоскопа перед покупным.

Для самоделки вам понадобятся:

1. Две лупы из тех, с которыми работают часовщики. Они продаются во всех фотомагазинах. Лупы бывают с разным увеличением, так что проследите, чтобы при покупке вам достались две одинаковые. Самые подходящие в данном случае — с увеличением в пределах 1,5—3,5 раза. Преимущество лупы с увеличением в 3,5 раза в том, что диапозитивы выглядят эффектнее, да и лишние изображения по обоим краям кадра не видны. Но по углам кадра возникают искажения, и даже небольшие неточности при монтаже уже утомляют глаза во время рассматривания. Если вы остановитесь на меньшем увеличении, например в 1,7 раза, то избавитесь от этих минусов, но одновременно потеряете и плюсы. Самое разумное — это или выбрать среднее увеличение, например в 2,5 раза, или сделать два стереоскопа (можно один, но со сменными окулярными коробками).

2. Ацетон (или нитрорастворитель) и растворитель СР-2.

3. 2—3-миллиметровый лист пластмассы, растворяющейся в ацетоне. Наиболее подходящая — белая, которую используют при изготовлении холодильников, походных аптечек и коробок для швейных принадлежностей.

4. Матовый экран размером 140×80 мм. Для его изготовления можно купить пачку листовой негативной пленки, которая так или иначе потребуется позднее для диапозитивов. Листовая пленка — это обычная пленка, только продается она не в рулонах, а в листах различного размера, как и фотобумага. Стоимость ее тоже примерно равна стоимости такого же количества бумаги.

Чтобы получить экран, лист пленки замочите в воде и держите, пока эмульсионный слой не будет смываться щеткой. Пачку, разумеется, можно вскрывать только в темноте, чтобы не засветить остальную пленку. Очищенную от эмульсионного слоя и высушенную пленку натрите самой мелкой наждачной бумагой до матовости. Тереть лист нужно очень осторожно, чтобы не оставить глубоких царапин.

Под рукой должны быть также плоский и круглый напильники, ножницы для жести (или ножовка), перочинный ножик, линейка, измерительный циркуль и две жестяные или стеклянные банки с крышками.

Теперь можно приступать к сооружению стереоскопа.

Разберите лупы (утонченный конец лупы крепится на винтах) и поверните линзы наоборот, так как в стереоскопе лупы будут действовать не «с того конца» (часть линз в лупах вогнутые, часть — выпуклые). На листе пластмассы нарисуйте детали *1—5* (деталь *1* и *4* нарисуйте дважды) (рис. 8). Высота деталей *2, 4* зависит от того, какие у вас лупы. Чтобы определить высоту деталей *2, 4,* надо проделать работу, требующую большой точности. А именно: необходимо установить, с какого расстояния лупа дает наибольшую резкость (делайте

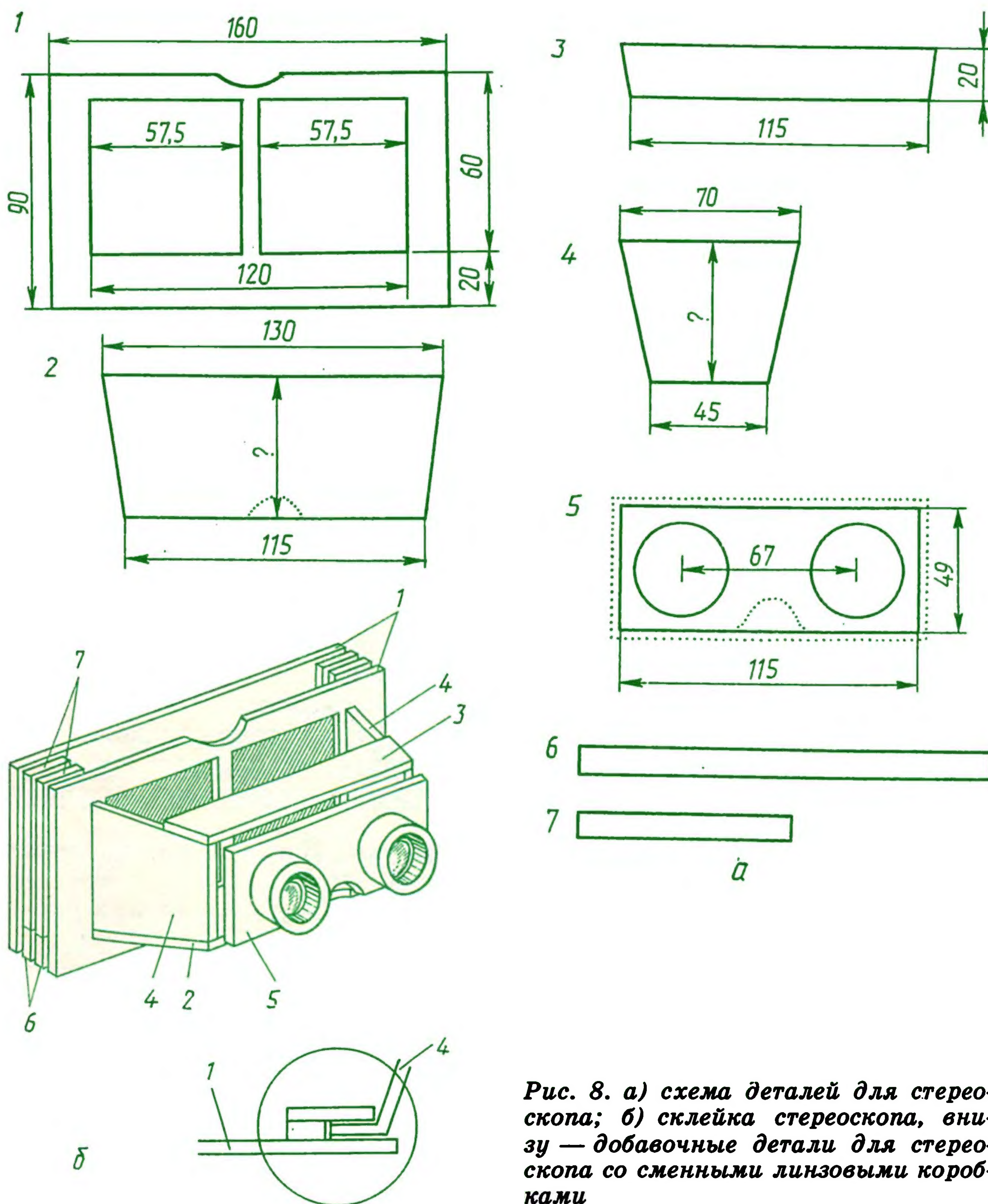


Рис. 8. а) схема деталей для стереоскопа; б) склейка стереоскопа, внизу — добавочные детали для стереоскопа со сменными линзовыми коробками

это тогда, когда ваши глаза не утомлены). Вычтите из этого расстояния удвоенную толщину листа пластмассы (это будет расстояние от центра гнезда для снимков до деталей *2, 4*) и еще 16 мм (настолько лупы будут выглядывать из окулярной коробки). Так вы получите высоту деталей *2* и *4* (рис. 8б).

Теперь вырежьте детали. Начинайте вырезать с круглых отверстий в детали *5*. Края отверстий заровняйте круглым напильником. Постарайтесь их сделать такими, чтобы лупы в них «сидели» достаточно плотно. Расположение центров отверстий в деталях должно быть точным, иначе вы наделаете себе хлопот. Если вы не совсем уверены в размерах, то лучше деталь *5* сделать вначале на 2—3 мм больше,

лишнее позже можно будет снять. Еще надо вырезать четыре планки размером 10×90 мм и две полоски размером 10×160 мм (на рис. 8а — детали *6* и *7*). Они будут поддерживать снимки снизу и с боков соединят две детали *1*.

Обрезки пластмассы не выбрасывайте. Из них можно сделать клей и шпатлевку. Опилки после работы напильником тоже пригодятся, только позже, в клей их пока не кладите.

Кусочки и обрезки пластмассы положите в чистые банки, залейте ацетоном и закройте крышками. Через несколько часов пластмасса в ацетоне растворится. Время от времени содержимое банки помешивайте деревянной палочкой. В конце концов в нижней части банки образуется однородная масса, в верхней — чистый ацетон, эмульсии не будет.

Выльем из банок ацетон. В одну из них вместо ацетона нальем немного (для начала около 20 г) растворителя СР-2, массу размешаем и, если нужно, добавим растворитель до получения смеси густоты пчелиного меда. Клей готов. В другой банке у нас шпатлевка, только пока несколько жидкая. При наличии балкона или сарая, банку без крышки можно вынести туда на 2—3 дня проветриться. Но не оставляйте открытую шпатлевку в комнате, испарения ацетона вредны для здоровья. Если возможности подсушить таким образом шпатлевку нет, то для работы она годится и в первоначальном виде. Чтобы сделать ее гуще, перед работой добавьте еще немного пластмассовых опилок.

А теперь приступаем к склеиванию стереоскопа (см. рис. 8б). Эту операцию лучше всего проводить в помещении, которое можно проветривать, потому что клей пахнет резко и неприятно.

К нижнему краю одной детали *1* приклеиваем две длинные планки (детали *6*). Они должны быть строго параллельны нижнему краю окошек. Точно так же приклеиваем на каждую из боковых граней две полоски поменьше (детали *7*). При помощи угольника проверяем, точно ли они легли на место. Если все сделано правильно, то матовый экран должен вместиться в получившуюся «емкость». Экран по краям следует приклеить клеем «Момент» или резиновым, так как самодельный содержит ацетон и может растворить пленку экрана. Проследите, чтобы клей не попал на ту часть экрана, которая видна в окошко!

Теперь на планки можно приклеивать деталь *2*. Делайте это аккуратно!

И вот гнездо для снимков готово.

Коробку окуляров склеим так, как показано на рисунке. Там же видно, какие детали нужно приклеивать ребром, краем, а какие плоскостью. Старайтесь, чтобы нижние грани коробки окуляров составляли прямые углы. В самом конце приклейте деталь *5*, в которую уже вставлены лупы. Запомните, от этой и последующей склейки и зависит, в основном, успех всей работы.

Наложите коробку, состоящую из трех стенок и соединяющей их детали *3*, на черно-белое стереофото 1 (см. вклейку). Установите ее так, чтобы более широкий край детали *2* был параллелен нижней кромке стереопары и располагался на полсантиметра ниже ее. Не столь важно, если картина чуть-чуть не в фокусе, главное, чтобы оба изображения находились на одинаковом горизонтальном уровне. Прищурьте по очереди оба глаза. Если изображения будут на той же высоте, то в этом положении и приклеивайте деталь *5*. Если же изобра-

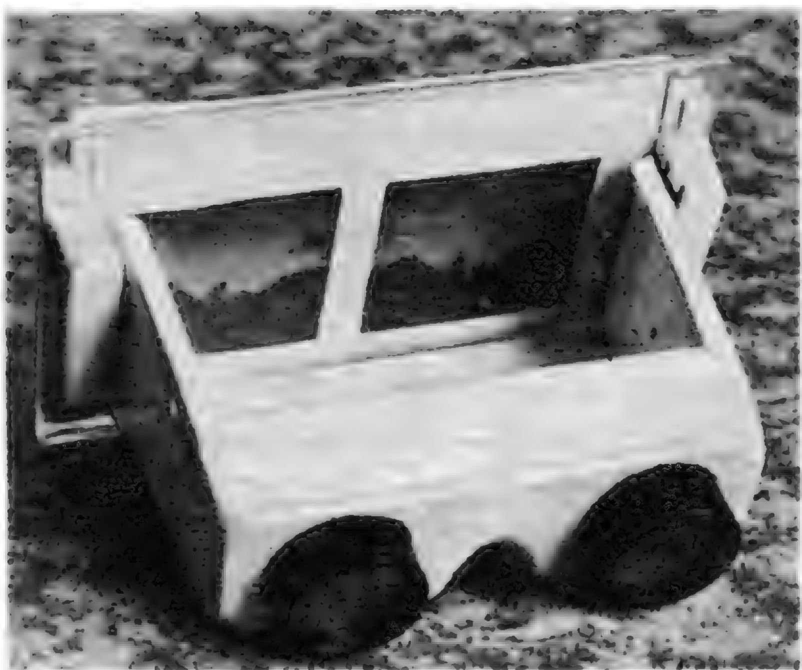
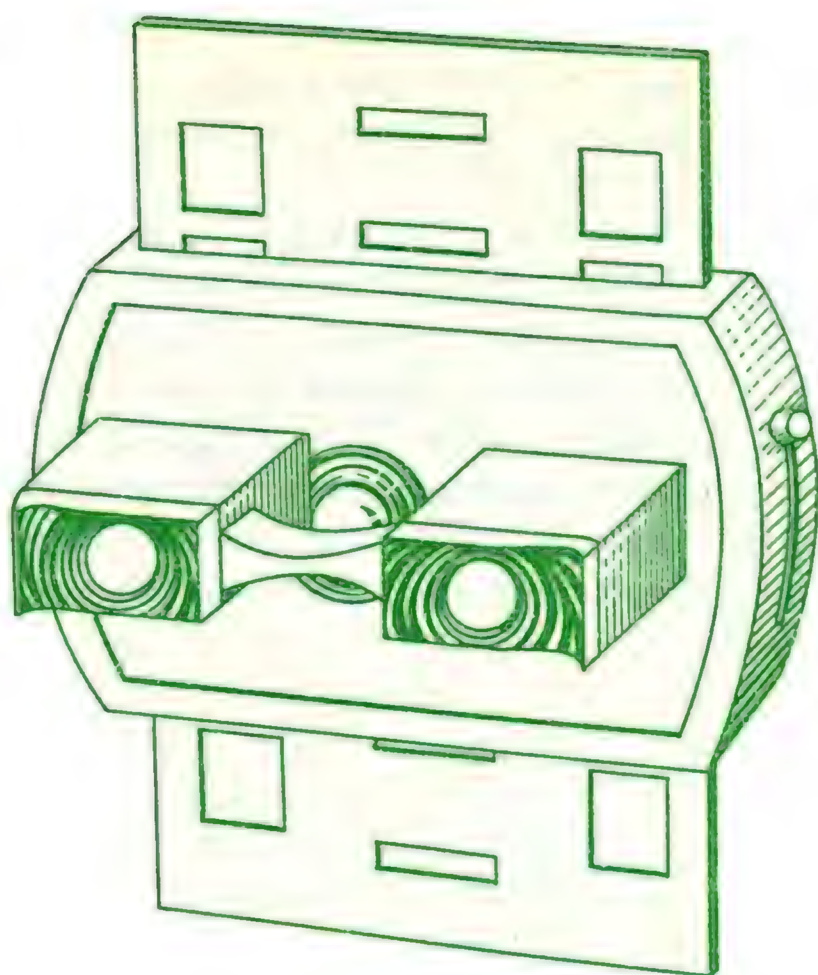
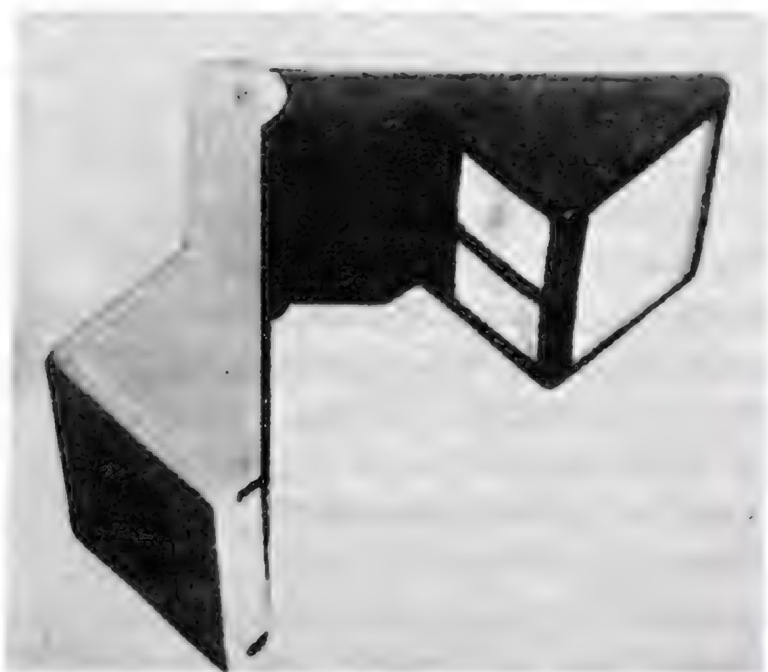
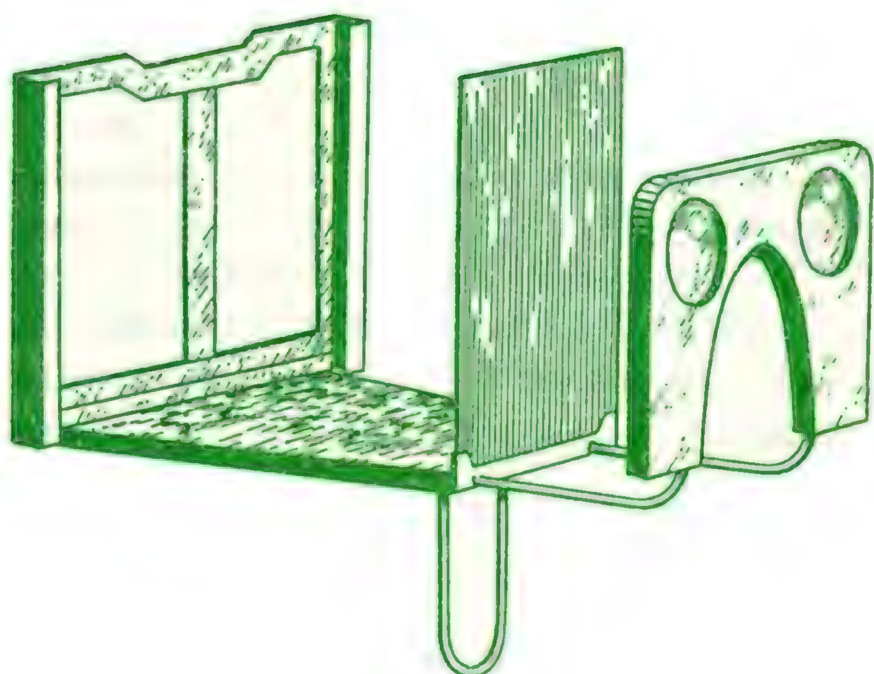
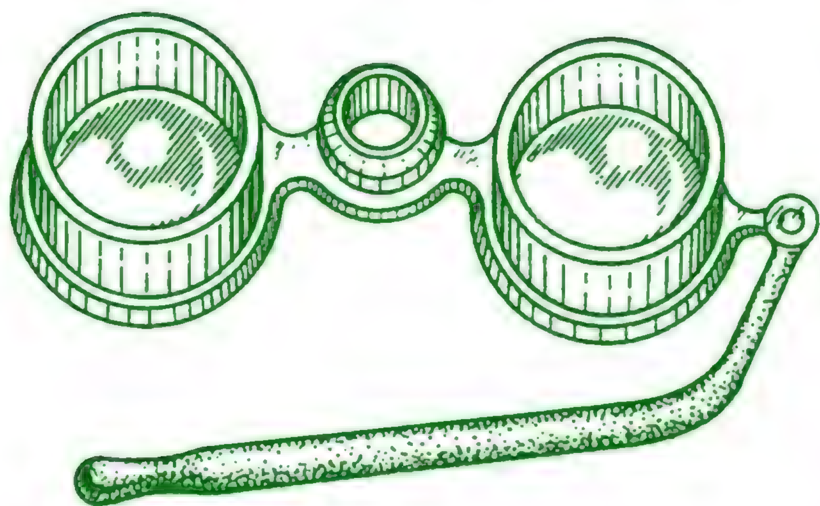
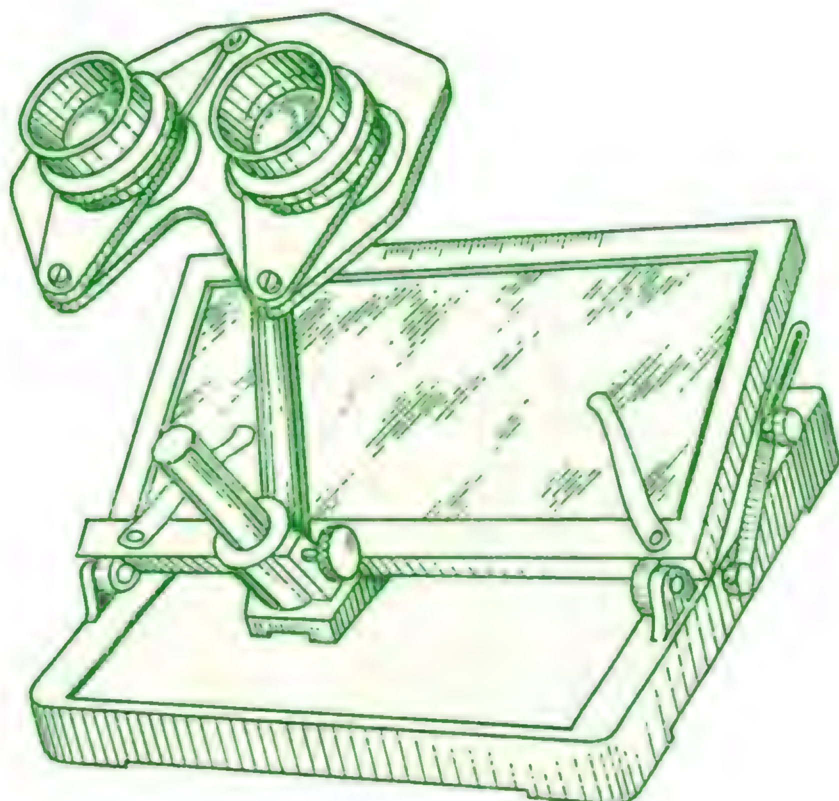
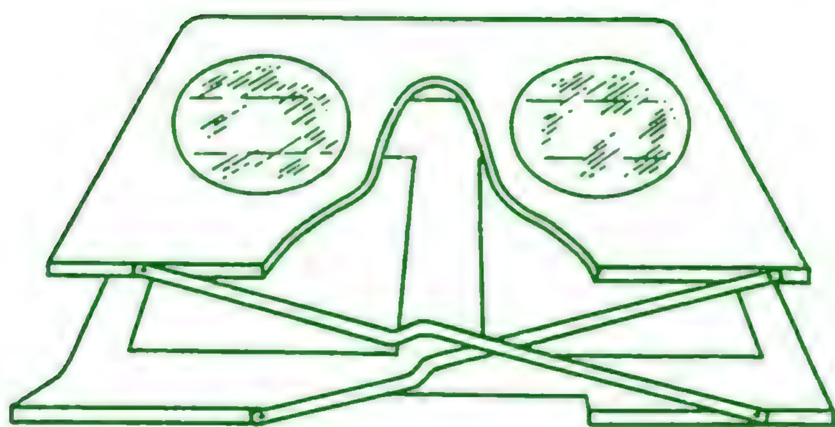








Рис. 9. Разные стереоскопы

жения на одной высоте смотрятся как бы порознь и стереоэффекта не возникает, значит допущена ошибка при прорезании отверстий для луп на 4—5 мм, если не больше, прорези оказались слишком близко одна от другой, и деталь *5* надо делать заново.

Готовую коробку окуляров старательно приклейте к детали *2* гнезда для снимков. Окошки должны быть на равном расстоянии от стенок коробки, а нижний край коробки параллелен окошку.

Стереоскоп готов. Остается лишь отделать углубление для носа. Проверьте, какая глубина вам наиболее удобна. Приладьте к внешней стороне углубления изогнутую картонку и покройте ее изнутри шпатлевкой. Позже картонку можно содрать, но не торопитесь с этим, ибо шпатлевка сохнет довольно долго, несколько дней. Не пытайтесь и стереоскоп склеить за каких-нибудь полчаса, после каждой операции по склеиванию делайте перерывы в несколько десятков минут, чтобы не сдвинуть предыдущие части.

Если вы приобрели две пары луп разного увеличения, то вместо двух стереоскопов можно сделать просто две сменные коробки окуляров. Для этого вначале не соединяйте коробку с гнездом. Приклейте к боковым граням коробки узкие реечки, а к краям гнезда из двух полосок держатели в виде рельсов (рис. 8б внизу). Коробку окуляров в дальнейшем можно снять с гнезда для снимков и с успехом использовать, монтируя снимки.

Если в наличии у вас лупы небольшого увеличения, то, разглядывая стереоизображение, вы, возможно, будете видеть кроме среднего объемного изображения еще два изображения-«паразита». Подумайте немного, проведите опыты с полоской бумаги и вы поймете, как их скрыть. Проще всего к детали *3* приклеить внутрь коробки окуляров стоймя полоску пластмассы подходящей ширины.

И еще один совет. Шпатлевкой можно заполнить все внутренние углы и грани коробки окуляра, после ее окончательного высыхания можно закруглить углы и грани напильником, и коробка станет намного прочнее. Шпатлевку наносят мокрым пальцем.

При работе с растворителями не следует забывать, что они ядовиты и легко воспламеняются.

3. СЪЕМКА

Для успешной стереосъемки нужно усвоить некоторые новые понятия и несколько пересмотреть старые, усвоенные нами из области фотографии.

Стереобазис. Если у вас сложилось мнение, что стереобазис, это то же самое, что и расстояние между глазами человека, то это не совсем верно. Расстояние между зрачками глаз у различных людей может значительно отличаться (54—72 мм). При фотографировании можно, а часто и приходится, стереобазис изменять. Мы уже знаем, что стереоэффект достигается только благодаря тому, что наши глаза на один и тот же предмет смотрят из разных точек и эти два направления взгляда образуют определенный угол зрения (рис. 10). При увеличении расстояния до предмета этот угол настолько уменьшается, что практически исчезает, а лучи, составляющие его, становятся почти параллельными. Человек не ощущает пространственность уже на расстоянии в несколько сотен метров.

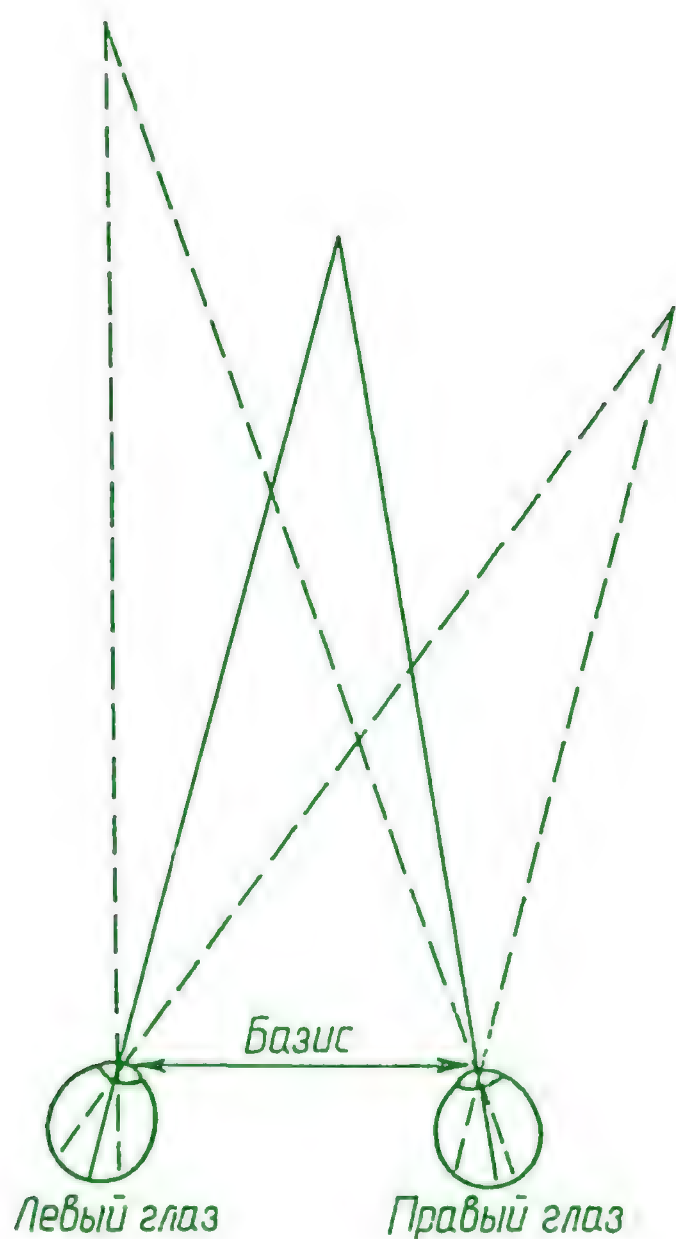


Рис. 10. Угол зрения при рассматривании разных объектов

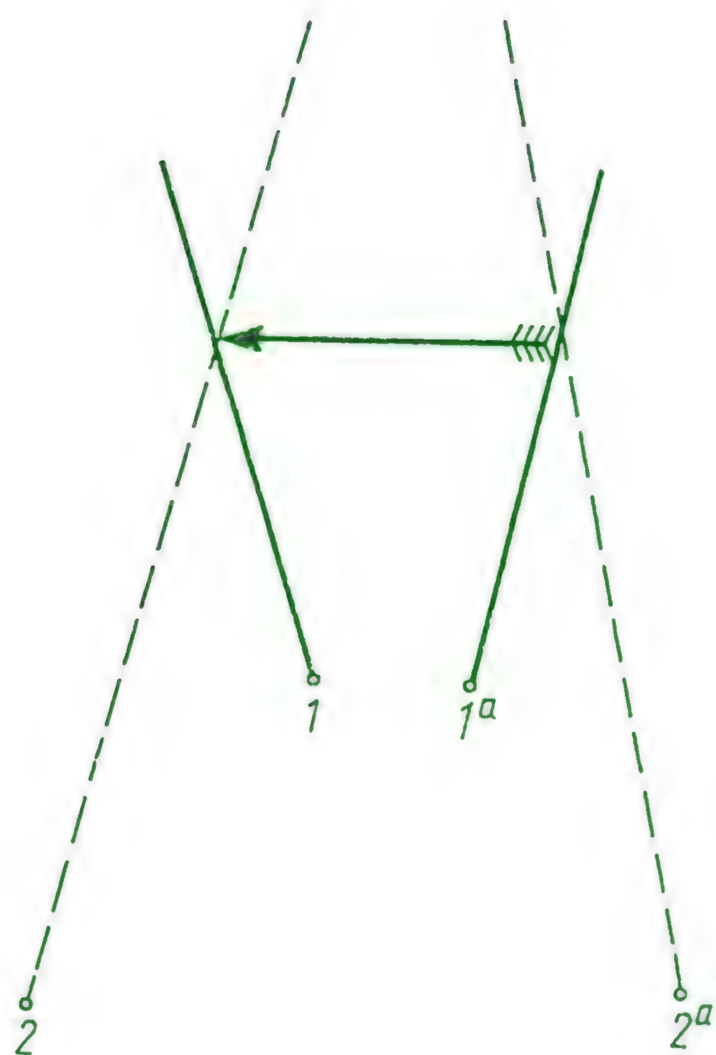


Рис. 11. Зависимость ощущения объекта от разного расстояния между глазами у разных людей

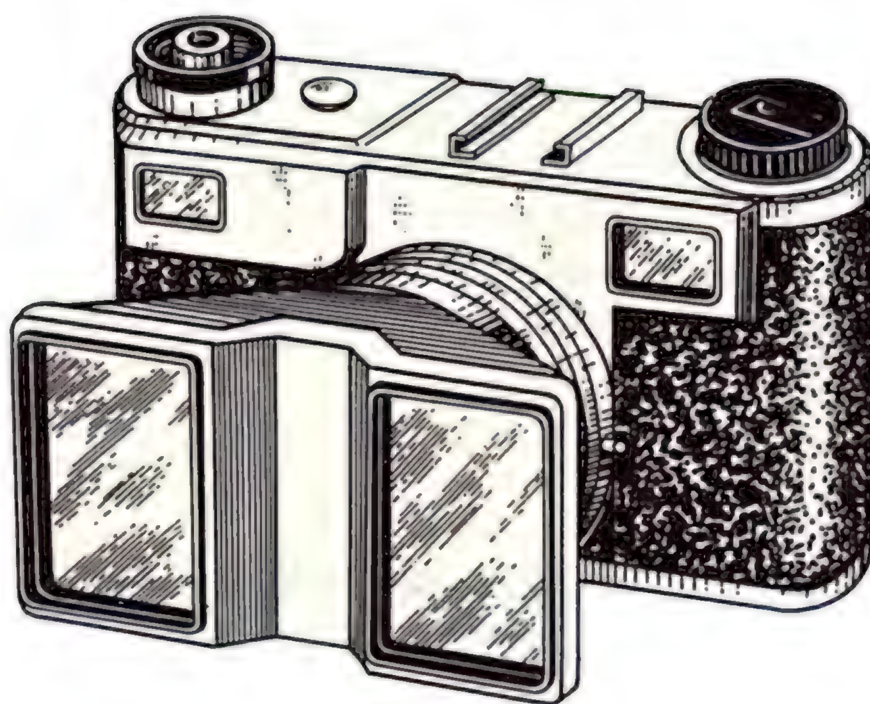


Рис. 12. Фотоаппарат со стереонасадкой

Стереоскопическое видение зависит от восприятия параллакса, но у глаза, как и у любого оптического прибора, своя определенная разрешающая способность... При восприятии более далеких объектов в силу вступает уже монокулярный стереоэффект. Эти понятия мы разъясним позже, сейчас же важно уяснить, зачем иной раз необходимо увеличивать стереобазис — для увеличения угла зрения и усиления объемного восприятия.

Фотоаппараты с двумя объективами имеют постоянный стереобазис, который менять нельзя. Чаще всего он равняется 65 мм. Такой же

базис и у стереонасадок (рис. 12). Насадки ставят на объектив фотоаппарата при фотографировании. Основа насадки — система призм или зеркал, с помощью которых в пределах одного кадра можно получить два изображения. Но, к сожалению, насадок в продаже нет.

Средним стереобазисом глаз человека считается расстояние в 63 мм (у женщин 62, у мужчин 64). Но если мы с таким стереобазисом будем снимать объект, приблизиться к которому невозможно (при сближении он не поместится в кадр — большая стройка, например) или к нему просто не подобраться (горы, башни), то может случиться, что стереоэффект вовсе не получится или он будет слишком незначительный. Вот поэтому иногда и приходиться увеличивать стереобазис.

Посмотрите на рисунок 11. Представьте, что в одном случае зрачки ваших глаз расположены, как точки *1* и *1а*, в другом — как точки *2* и *2а* (в действительности, конечно, менять расстояние между глазами невозможно). При варианте *1—1а* стрела казалась бы большой, а при варианте *2—2а* — маленькой. Теперь ясно, что может получиться, если заметно увеличить стереобазис. Получится так называемый эффект макета. Нечто подобное произошло и с первыми стереофильмами в начале столетия. Снимали их двумя камерами, расстояние между объективами неизбежно было большим — несколько десятков сантиметров. В результате зрители смотрели подобие кукольного фильма.

В чем же причина?

Представим себе на момент, что стереофото делается с башни высотой 170 м со стереобазисом 6,3 м. Такой стереоснимок выглядел бы естественно для человека, который в сто раз крупнее нормального!..

Тем не менее, по многим причинам, в том числе благодаря свойствам глаз, которые способны как бы приближать отдаленные предметы, стереобазис можно существенно увеличивать, при этом эффект макета будет почти незаметен или, во всяком случае, не будет раздражать. А иногда этот эффект сделает снимок даже интереснее.

Принято считать, что стереобазис должен составлять 1/50 по отношению к расстоянию до ближайшего объекта. В практике возможны и значительные отклонения от этого соотношения, но обязательно нужно знать, в каких случаях это целесообразно.

Таблица 1

ЗАВИСИМОСТЬ ГРАНИЦ СТЕРЕОПРОСТРАНСТВА ОТ СТЕРЕОБАЗИСА

(Для $f = 50$ мм)

Стереобазис, см	Оптимально-воспринимаемое пространство, м	Дальняя граница воспринимаемого пространства, м
6,5	3—11	22
10	5—17	34
15	7,5—24	51
20	10—33	68
30	15—51	102
40	20—69	135

Стереобазис, см	Оптимально-воспринимаемое пространство, м	Дальняя граница воспринимаемого пространства, м
50	25—85	170
100	50—170	340
200	100—340	680
500	250—850	1700
1000	500—1700	3400
2000	1000—3400	6800

Из таблицы видно, как взаимосвязаны величина стереобазиса и дальность. Обратите внимание, что с увеличением стереобазиса увеличивается и допустимое минимальное расстояние, с которого можно фотографировать. Если снимать с более близкого расстояния, может получиться, что изображения на снимке не сольются в одно и объемная картина не возникнет.

Если же необходимо сделать стереофото мелкого объекта, который надо снимать вблизи, например фотоаппаратом «Зенит» (это возможно, если использовать переходные кольца), то стереобазис надо, наоборот, уменьшать. При фотографировании мухи стереобазис нужно уменьшить до нескольких миллиметров.

Глубина резкости и композиция. Стереосъемка несколько отличается от обычной съемки.

Наверняка вы уже знаете, что чем дороже аппарат, тем больше его светосила. Хотя вернее было бы сказать наоборот — для достижения большей светосилы не считаются с затратами в производстве. В затраты эти входит и просветление объективов, и компенсация различных оптических искажений, возрастающих с увеличением светосилы. (Борьба с искажениями — аберрациями — усложняется именно с увеличением светосилы.) Хороший объектив дает неоспоримые преимущества, повышает ценность аппарата, какой бы светосилой он ни обладал. А вот в стереофотографировании светосила дорогих объективов практически не важна. Почему? Попробуем вспомнить, что мы знаем о глубине резкости.

На обыкновенном фото зачастую не имеет особого значения, в фокусе задний план или нет. Иной раз сознательно увеличивают диафрагму и уменьшают выдержку, чтобы важный объект на переднем плане, на который нацелен аппарат, оказался в фокусе, а все остальное было бы размытым фоном. Так добиваются более естественного восприятия — ведь когда мы смотрим на предмет в отдалении, то ясно видим только этот предмет. Все, что находится перед ним и за ним, становится как бы мутным. А вот на снимке с большой глубиной резкости все четко и ясно. На обыкновенном фото это зачастую кажется несколько странным.

Совсем по-другому дело обстоит со стереофотографией. На стереофото, как и в жизни, мы можем остановить взгляд на любом объекте, все остальное само по себе превратится в фон, ибо мы будем смотреть не на плоскость стереопар, а как бы сквозь них и — ближе, дальше...

Мы знаем, что ближняя и дальняя границы, где фотографируемый объект у ж é и е щ е четкий, определяют глубину резкости. Одновременно эти границы являются и границами стереопространства, так

как изображения не в фокусе стереоэффекта не дадут. Если будете снимать с большим стереобазисом и придется удалиться от объекта больше чем на 20 м, то проблема подсчета стереопространства отпадает сама собой, так как все, что попадет в объектив, в любом случае можно считать находящимся в бесконечности (у нормального объектива бесконечность начинается практически с 20—25 м), и снимать можно с открытой диафрагмой.

При фотографировании пространственной композиции нужно, чтобы на стереофото была как можно бóльшая глубина резкости, поэтому диафрагма закрывается до возможного предела, который определяется освещением.

Пользуясь штативом и снимая неподвижные объекты, можно пользоваться сколько угодно маленькой диафрагмой и большой выдержкой. Другое дело подвижные предметы. Снимать их двумя аппаратами желательно при выдержках 1/100 с и короче, и уже стараться, чтобы выдержка не превышала 1/60 с.

У многих фотоаппаратов на объективе нанесена шкала глубины резкости. Фотографы-любители зачастую и не знают, что означают эти черточки и цифры на объективах, так как глубина резкости для них не имеет значения. Они просто регулируют дальность до самого важного для них объекта и нажимают на кнопку. Для нас же знание глубины резкости необходимо. Это обусловлено отличной от обыкновенной композицией снимков.

Желательно, чтобы на стереофото были созданы три плана: передний, средний и дальний. Это значит, что на хорошем снимке должно быть что-нибудь интересное для зрителя как вблизи, так и подальше, и совсем вдали.

На простой фотографии считается композиционной ошибкой, когда объекты частично перекрывают один другой, а на стереофото это способствует усилению объемного восприятия.

Весьма распространенные композиции, когда группа людей становится в ряд, вообще не стоит использовать. Во-первых, подобный снимок часто производит впечатление, будто в ряд поставлены плоские куклы, во-вторых, вы не используете здесь возможностей стереофотографии. Если вам непременно надо заснять группу людей, то рассадите всех на разном расстоянии от аппарата.

Стереофото не должно быть слишком динамичным. Остановленное по «мановению волшебной палочки» мгновение не всегда производит хорошее впечатление.

Хорошо смотрится, например, такой снимок, где на переднем плане видны цветущий куст, дерево, скульптуры, прибрежные камни, на среднем — люди на разном расстоянии и в различных позах, машины, а фоном служит большая гора с развалинами замка. Неплохо, когда сбоку на снимке видна, например, изгородь из кустарника или кусок стены интересной фактуры, по отношению к которым вы во время съемки стояли боком и весьма близко, так, что ее часть попала на передний план и даже как бы продолжается «за зрителем». Ближняя часть может быть ближе расстояния, диктуемого стереобазисом.

Чаще всего при стереосъемке используют три композиционных приема, которые можно условно назвать «лестницей», «колоннами в

полупрофиль» или просто «колоннами» и «ширмой» (иногда этот прием называют кулисой переднего плана). (Все три приема показаны на фото 2—6 в конце книги.)

«Лестница». Для этого приема наиболее существен монокулярный стереоэффект. Если вы снимаете гладкую, без перил, лестницу сверху или снизу так, что кроме ступенек в кадр ничего не войдет, то такой стереоснимок бинокулярной пространственности будет лишен начисто. Причина проста — у такой стереофотографии горизонтальные параллаксы не различимы.

Поэтому стереоснимок редко бывает выстроен на одном этом приеме. Между прочим, такого рода гладкая лестница чрезвычайно редко бывает и объектом съемок. Но та же лестница, о которой мы говорили, благодаря совместному бинокулярному и монокулярному стереоэффекту, приобретает пространственность, если на ней окажутся, например, опавшие листья.

Таким образом, «лестница» — это вспомогательный прием для усиления бинокулярного стереоэффекта.

«Колонны». Наиболее употребляемый прием. И здесь совмещаются бинокулярный и монокулярный стереоэффекты. Частично заслоняющие один другой объекты создают хорошую перспективу, а параллакс дает полное ощущение пространства. Нередко вообще, рассматривая снимок, невозможно установить, где кончается бинокулярный стереоэффект, а потому снимок, сделанный даже с небольшим базисом, производит очень хорошее впечатление.

«Ширма». Очень эффектный, но, к сожалению, несколько надоевший в стереофотографии прием. Наиболее часто употребляемая деталь — оставленная в верхней части или на краю кадра ветка дерева.

В качестве «ширмы» можно использовать редкие камыши, поручни моста, кованые ворота — все, что прозрачно или даже непрозрачно. Например, чей-то случайно попавший в кадр крупным планом затылок... Важно, чтобы это воспринималось как не преднамеренный прием или было тематически обоснованно. Предположим, что вы снимаете некую асфальтированную площадку, а у верхнего края кадра видна ветка, хотя деревьев на снимке нет. Не лучше ли было в таком случае выбрать кадр, где «ширмой» служил бы конец стрелы автокрана?.. Это логичнее.

Но ветка с яблоками вполне может служить «ширмой», если вы снимаете фруктовый сад.

«Ширмой» в композиции не стоит злоупотреблять. Редко сама «ширма» бывает главным объектом на снимке, но если она таковой является, то остальное пространство не должно отличаться обилием деталей, которые привлекают к себе внимание. Иначе авторский замысел не будет реализован. Все остальное в этом случае должно лишь подчеркивать глубину пространства.

И еще не забывайте, что хороший стереоснимок — это и художественная фотография. Пространственность — не цель сама по себе, а лишь средство, которое позволяет увеличить силу воздействия снимка, отличающегося продуманным сюжетом и выразительностью.

Сложная композиция обычно имеет глубокую пространственность.

Предположим, что освещение допускает наименьшую диафрагму 4. Если вы наведете нормальный ($f = 50$ мм) объектив на объект, находящийся в 6 м, то не в фокусе будут и дальние и самые близкие объек-

ты; если наведете объектив на дальние объекты, то нерезким будет все то, что окажется ближе 20 м. Диафрагма 11 придает резкость всей картине, начиная с 3,5 м, если при этом на шкале дальности вы поставите отметку 7 м. Что из того, что самый важный объект на вашем снимке ближе или дальше 7 м. При диафрагме 8 вы тоже получите более или менее удачный снимок, если наведете аппарат примерно на 7 м. А вот при диафрагме 5,6 хорошего трехпланового стереофото не получите, хотя она и подходит для фотографирования в условиях ограниченной видимости (в лесу, комнате). Объектив, наведенный на объект с 4-метровым расстоянием, дает глубину резкости примерно от 3 до 6 м, на 6-метровой отметке резким становится то, что расположено далее 4,5 и ближе 15 м.

Иногда все же может возникнуть ситуация, при которой придется решать — или совсем не снимать, или снимать с такой диафрагмой, для которой достаточно света. В таком случае вам, возможно, поможет следующая таблица. (Более подробная таблица помещена в конце книги.)

Таблица 2

ГЛУБИНА РЕЗКОСТИ
($f = 50$ мм)

Расстояние, на которое производится наводка, м	Относительное отверстие объектива		
	2,8	4	5,6
	Границы резкости	Границы резкости	Границы резкости
3,00	2,70—3,37	2,59—3,56	2,46—3,83
4,00	3,49—4,69	3,31—5,07	3,09—5,68
5,00	4,22—6,14	3,96—6,80	3,65—7,95
7,50	5,87—10,40	5,37—12,20	4,83—16,98
10,00	7,30—15,93	6,54—21,37	5,75—39,33

Если в кадре окажется объект, находящийся за пределами этих границ, то он будет нерезким.

Печатание снимков и их монтаж для линзового стереоскопа. Из негативов, сделанных «Спутником» или любым другим стереоаппаратом, у которого кадры стереопары расположены рядом, вы можете изготовить контакткопии, но нужно помнить, что объективы фотоаппарата переворачивают изображение, поэтому кадры стереопары обязательно нужно поменять местами, иначе правое изображение окажется слева, а левое — справа, и в стереоскопе вы увидите изображение с так называемой обратной (опрокинутой) перспективой — одно изображение словно протекает сквозь другое.

Из двух снимков, снятых по очереди одним аппаратом, даже если изображения по-разному сдвинуты относительно краев кадра, тоже можно вычленить стереопару. Делается это так.

Оба снимка печатают с минимально возможным одинаковым увеличением, но с таким расчетом, чтобы из каждого фото можно было

бы вырезать один и тот же мотив размером 6×6 см. Изображения бесконечно удаленных объектов при наложении снимков должны совпадать, а расстояние между левыми и правыми кромками должно быть 65 мм.

Для печатания лучше выбрать не очень контрастную бумагу, особенно, если при съемке использована вспышка, которая и без того дает слишком контрастный негатив. На обыкновенной фотографии некоторые части снимка могут остаться непроработанными, на стереофото такого быть не должно. Стереофото по колориту может быть чуть темнее, так что при печатании света лучше дать больше, чем меньше.

Прежде чем стереофото будет пригодно для рассматривания, фотопару надо приклеить на основу из картона или ватмана. Это и называется монтажом, так как приклеивать тоже надо уметь. Если одно изображение окажется выше другого или будет повернуто по отношению к другому, то при рассматривании глаза будут быстро уставать, а при большей ошибке изображения и вовсе не совпадут. Еще может случиться то, о чем говорилось выше,— снимок для левого глаза оказался справа, для правого — слева. Перспектива будет обратной. Поэтому вначале лучше пользоваться таким клеем, который не сразу сохнет, например сухим. Тогда, проверив через стереоскоп, на своих ли местах изображения, их можно соответственно сдвинуть или переставить.

При монтаже можно уменьшить эффект макета (если вы пользовались слишком большим базисом). Для этого раздвиньте немножко кадры.

Если вы сделали стереоскоп со сменной коробкой окуляров, то при монтаже вы сможете использовать ее для проверки расположения снимков.

Диапозитивы. Такую пленку, которая не нуждается в дальнейшем печатании, называют обратимой. После съемки и химической обработки получается изображение позитивное, а не негативное. Цветную диапозитивную пленку, выпускаемую в СССР, вы узнаете по буквам на коробке — ЦО. Цифры после этих букв обозначают чувствительность пленки. После цифр стоит еще одна буква: Д или Л. Д означает, что пленка предназначена для фотографирования при дневном свете, Л — при искусственном освещении лампами накаливания.

Обратимые диапозитивы после монтажа можно сразу смотреть через стереоскоп. Естественно, что их уже на картон не монтируют, а вставляют в рамки.

Черно-белые диапозитивы довольно легко делать самим.

Для изготовления диапозитивов при помощи негативов есть и специальные фотоматериалы, но для вас самым доступным явится листовая пленка, из которой делали матовый экран для стереоскопа.

Если под увеличитель вместо фотобумаги положить кусок листовой пленки, то при проявлении получится прозрачный позитив. Проявляют листовую пленку точно так же, как и бумагу, в ванночках, проявитель и фиксаж те же. Отличие только в том, что листовая пленка кладется под увеличитель в полнейшей темноте, а после экспонирования в полной темноте проявляется и фиксируется. Проявление длится в зависимости от марки пленки 8—12 мин, закрепление — 15—20 мин. Насколько правильную экспозицию вы дали, выяснится лишь после фиксирования. Только надо учесть, что по сравнению с фотобумагой листовая пленка во много раз чувствитель-

нее, поэтому при печатании диафрагму объектива увеличителя закройте побольше, вкрутите более слабую лампочку или воспользуйтесь серым светофильтром перед объективом увеличителя.

Сложность работы компенсируется результатом — диапозитивы гораздо больше впечатляют, чем фотографии.

Когда вы начнете работать с листовой пленкой, может случиться, что вначале будет и брак. Поэтому постарайтесь при первом же успехе запомнить, а еще лучше записать, какую экспозицию вы дали, какое увеличение и насколько была открыта диафрагма объектива. Тогда впредь вы сможете работать более уверенно.

Диапозитивы монтируются двумя толстыми кусками бумаги. Лучше всего взять кусок картона, согнуть его вдвое и острым ножом или лезвием прорезать «окна». Тогда при монтаже половинки рамки не будут двигаться.

Возможные ошибки при съемке и монтаже.

1. В стереоскопе кажется, что одно изображение выше другого, хотя по вертикали они на месте.

Еще раз проверьте, на одинаковом ли расстоянии от нижнего или от верхнего края рамки или картонной основы находятся идентичные точки обоих изображений. Если на одинаковом, то вы проявили неточность при склеивании стереоскопа. Ошибка может быть только в том, что воображаемая прямая, которая проходит через центры линз, не параллельна тем планочкам, которые составляют дно гнезда для снимков и поддерживают снизу стереопару.

Срежьте с краев стереопары столько картона, чтобы снимки можно было чуть поворачивать, не вынимая из гнезда. Как видите, с нижнего края приходится отрезать треугольный кусочек, чтобы стереопара легла на дно в нужное положение. Если вам не хочется вновь разбирать стереоскоп, чтобы устранить ошибку, вам придется отрезать по такой же полосочке от всех снимков.

2. Изображения на одном уровне, но как бы отделены одно от другого.

Проверьте, не превышает ли все же расстояние между идентичными точками объектов в бесконечности 65 мм. Если не превышает, то измерьте расстояние между точками на переднем плане. Если расстояние между идентичными точками объектов в бесконечности шире, то вы неправильно смонтировали фотографии, просто-напросто не заметили обратной перспективы. Изображения надо поменять местами. Если же при измерении окажется все в порядке, то в коробке окуляров вы слишком близко прорезали круглые отверстия или расстояние между вашими глазами значительно шире среднего. Это можно компенсировать, монтируя изображения ближе одно к другому. Но еще разумнее заново сделать деталь *5* стереоскопа (отверстия для луп разместить шире).

3. Часть изображения совпадает, а часть нет. Идентичные точки изображения у верхней и нижней кромок не везде совпадают. Снимок рассматривается с трудом.

Снимки развернуты по отношению один к другому. Смонтируйте их заново.

4. При монтаже выяснилось, что в одном и том же положении снимков хорошо смотрится или передний план или бесконечность, все планы одновременно увидеть не удается, хотя глубина резкости на обоих снимках хорошая.

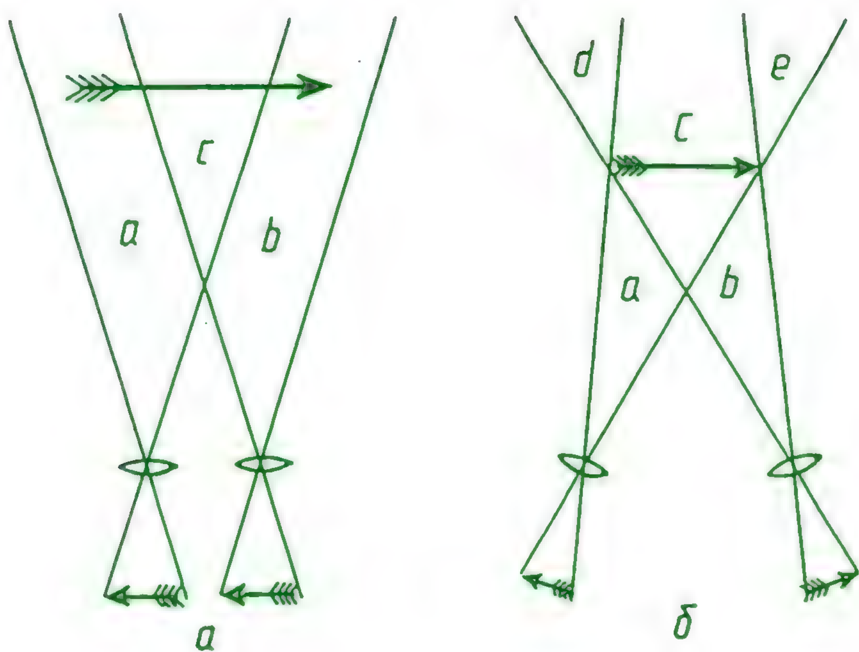


Рис. 13. Зоны неперекрытия (а, в, d, е) при параллельных и конвергированных осях съемки

Такое иногда случается при чрезмерно глубоком стереопространстве, т. е., если базис большой, ближние объекты расположены слишком близко, а дальние — слишком далеко. Нужно было или уменьшить базис при съемке или (если базис уменьшить нельзя было) отойти назад, чтобы увеличить расстояние до ближнего объекта. Теперь уже ошибку устранить возможности нет, придется фотографировать заново.

5. Стереовосприятие есть, но глаза очень быстро устают.

Причиной может быть любая из ошибок, перечисленных выше. Мелкие ошибки глаз корректирует сам, вы этого даже не замечаете. А вот если ошибка грубая, то глаза начинают уставать.

6. С двух сторон снимка обнаруживаются полоски, на которых нет стереоэффекта.

При стереосъемке такие полосы иногда неизбежны, хотя и не на каждой фотографии они бросаются в глаза. Их называют зонами неперекрытия.

Почему возникают зоны неперекрытия? Почему они на одном снимке шире, на другом у́же, а на третьем их вовсе нет?

Рассмотрим рисунок 13а.

При съемке с параллельными оптическими осями в зоне обзора каждого из объективов оказывается пространство, имеющее ширину стереобазиса (*а* и *в*), которого нет в поле зрения другого объектива. При нормальном стереобазисе это пространство у каждого объектива имеет ширину 65 мм. Не так много — вряд ли вообще заметно, что на краю кадра, скажем, валун, находящийся на расстоянии 50 м, виден на одном снимке стереопары на 65 мм больше, чем на другом. Но и не так мало, если существенный для композиции объект отличается обилием деталей, да еще фотографируется с близкого расстояния. Если на одном снимке видна рука человека, а на другом нет, то на совмещенном снимке это уже может оказаться заметным.

Как правило, зоны неперекрытия на стереоснимке не мешают. Не каждый их и заметит. Но все-таки при съемке близко расположенных объектов разумнее их учитывать и по возможности избегать зон неперекрытия.

Как надо снимать, чтобы зоны неперекрытия не мешали?

Проще всего, конечно, снять с такого расстояния, чтобы объект полностью вошел в стереоскопически перекрывающееся пространство (рис. 13 а — зона С). Но это не всегда возможно. В таком случае целесообразно снимать с конвергенцией — свести оптические оси аппа-

ратов внутрь (рис. 13б). Но возникает новая опасность — теперь можно совершить ошибку 4! Если вы имеете дело с глубоким стереопространством, на снимке окажутся и отдаленные объекты. Тогда в полях d и e возникнут слишком уж большие зоны неперекрытия; параллакс отдаленных объектов станет таким, что снимки невозможно будет смонтировать в стереопару, что и характерно для ошибки 4. Так что с конвергенцией можно снимать только при небольшой глубине стереопространства.

При копировании на бумагу или на плоскую пленку отдельные отпечатки делают несколько большего, чем требуется, размера и монтируют их временно на каком-то основании так, чтобы расстояние между идентичными точками объектов в бесконечности не превысило 65 мм. Затем с помощью трафарета снимки кадрируют так, чтобы «зоны» как можно меньше бросались в глаза. Трафарет может быть из картона, в котором прорезаны такие «окошки», как в гнезде для снимков стереоскопа.

7. После монтажа один диапозитив в рамке выше другого.

Причина может быть одна из двух: или аппараты были плохо прикреплены к штативу (один «смотрит» вверх, другой вниз), или площадка с аппаратами наклонилась влево или вправо.

8. Люди, сфотографированные с 15—20-метрового расстояния, выглядят на снимке плоскими куклами.

Скорее всего, вы в этом случае не совершили никакой ошибки. Но если сумеете, то впредь избегайте плоских изображений.

Для этого придется ввести новое понятие.

Разрешающая способность. Это свойство, присущее всем фотоматериалам и объективам, а также глазам человека, которые также являются оптической системой. Разрешающая способность измеряется количеством линий на одном миллиметре.

Допустим, на клетчатую бумагу нанесены сто параллельных линий, толщина этих линий равняется промежуткам между ними. Такую сетку можно сфотографировать так, что на негативе эти сто линий уложатся в полоску шириной 1 мм. Если затем с этого негатива сделать увеличение, то возможны два варианта: или на снимке будут видны все линии, или вместо них будет сплошная серая полоска. В первом случае разрешающая способность негатива по меньшей мере 100 линий/мм или больше, а во втором случае меньше.

Разрешающая способность отечественных негативных материалов следующая: «Фото-32» — минимум 116 линий/мм, «Фото-65» — 92, «Фото-130» — 75, «Фото-250» — 70 линий/мм, у диапозитивов: «ЦО-22Д» — 60 линий/мм, «ЦО-32Д» — 50, «ЦО-90Л» — 70, «ЦО-180Л» — 50 линий/мм.

Вы уже знаете, что стереоизображение возникает вследствие того, что на соединенном снимке изображения одних и тех же объектов относительно один другого чуть сдвинуты. Эту сдвинутость называют параллаксом. Объекты, расположенные на разных расстояниях от объектива, дают и разные параллаксы. Иной раз бывает нужно, чтобы снимок передал совсем маленькую разницу в параллаксах. Если мы фотографируем человека, который стоит довольно далеко от аппарата, то его «глубинность» может дать на снимке в параллаксах разницу, которая меньше разрешающей способности негатива, и мы получим плоское изображение, а не объемное (рис. 14).

Как этого избежать?

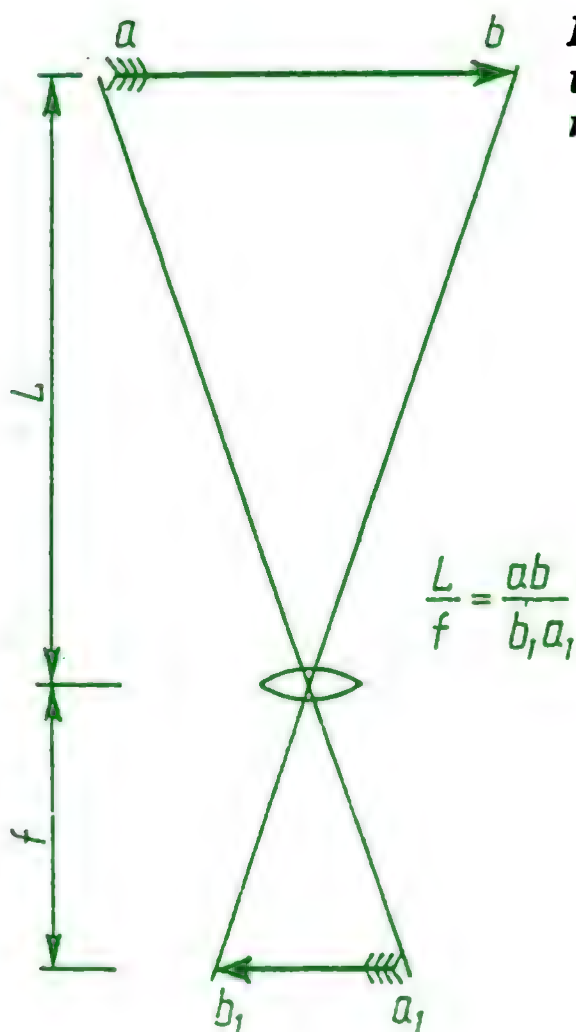


Рис. 14. Взаимосвязь между фокусным расстоянием и дистанцией съемки, объектом и изображением на пленке

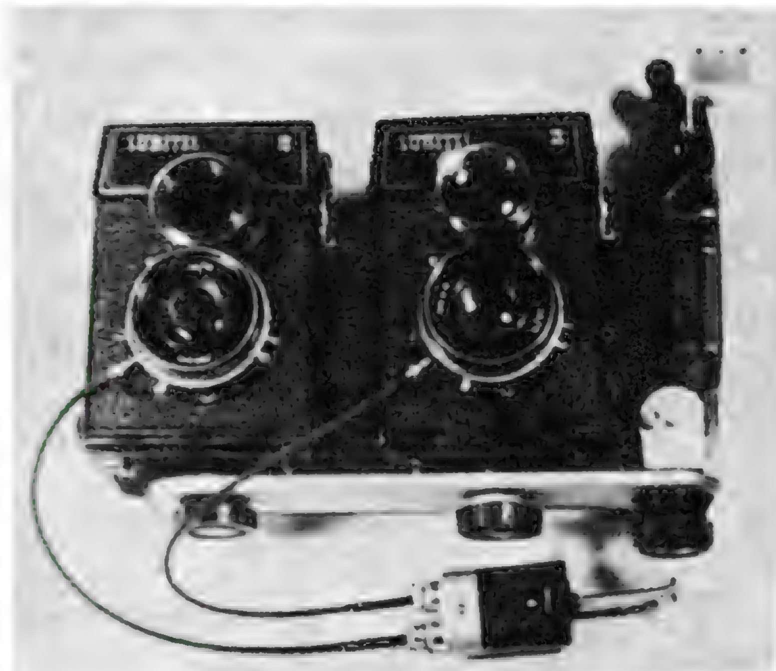


Рис. 15. Соединенные на ручном штативе фотоаппараты «Любитель»

При увеличении старайтесь как можно точнее навести изображение на резкость. Уже при фотографировании выберите такой кадр, чтобы его потом не пришлось слишком увеличивать (слишком большое увеличение к тому же производит впечатление, будто бы ошиблись со стереобазисом). Если есть выбор, то используйте пленку, разрешающая способность которой больше.

Для проявления негативов пользуйтесь только мелкозернистым проявителем.

Колодезная и водопроводная вода, как правило, содержит много извести. Кипячением от нее полностью не избавиться. Для изготовления проявителя и фиксажа по возможности пользуйтесь дистиллированной водой или профильтрованной через вату дождевой. Еще лучше, конечно, в такой же воде промывать негативы и фотобумагу.

Но если у вашего фотоматериала низкая разрешающая способность, то фотографируйте с меньшего расстояния или увеличивайте стереобазис.

4. СТЕРЕОСЪЕМКА ДВУМЯ АППАРАТАМИ. СТЕРЕОПОРТРЕТЫ

Рано или поздно вас уже не будет удовлетворять фотографирование одним аппаратом, при помощи штатива и сдвига. Ведь таким способом вы не сможете снимать движущиеся объекты. Может также сдвинуться штатив, да кроме того, носить его с собой не очень удобно. Если во время первой съемки выглянуло солнце и зашло за тучу прежде чем вы успели сделать второй снимок, то вам надо или менять диафрагму или ждать солнца.

От этих неудобств спасает второй аппарат. Если вы задумали его купить, то постарайтесь, чтобы он был той же марки что и первый, или хотя бы фокусные расстояния объективов были равными. Иначе

при печатании будет трудно найти одинаковый уровень увеличения для обоих снимков, а обратимые диапозитивы объективами с разным фокусным расстоянием делать вообще нельзя.

Но если до сих пор вы пользовались дорогим «Зенитом», то второй такой дорогой аппарат покупать нет смысла. Тем более, мы уже говорили об этом, у дорогих аппаратов перед дешевыми весьма скромные преимущества. Разумнее приобрести два новых одинаковых и дешевых аппарата, общая стоимость которых будет даже меньше, чем стоимость одного «Зенита» или «Зоркого».

Безукоризненные снимки можно делать широкоформатным аппаратом «Любитель» с величиной кадра 6×6 см. Светосилы 4,5 вполне достаточно, об этом вы уже знаете. Объектив «Любителя» представляет собой систему «Триплет», состоящую из трех хорошо просветленных линз. С негативов, полученных «Любителем», вы сможете сделать для своего стереоскопа стереопары на бумаге способом контактной печати и диапозитивы на обратимой широкой пленке. Кроме того, с негативов вы сможете напечатать на позитивную или листовую пленку черно-белые диапозитивы.

Одна катушка пленки позволяет получить 12 кадров 6×6 см. В магазинах продаются и ручные штативы. На них помещаются два «Любителя». Базис получается 100 мм. Штатив снабжен винтами для закрепления аппаратов. Такой комплект будет очень удобным в обращении.

Но в дальнейшем у нас пойдет речь о проецировании диапозитивов на экран. К сожалению, большинство наших диапроекторов рассчитано для величины кадра 24×36 см, проекторы же для широкой пленки очень дорогие.

Преимущество «Любителя» по сравнению с другими аппаратами заключается в том, что с его помощью для рассматривания через стереоскоп можно получить крупные цветные диапозитивы. При этом вы получаете почти такое же впечатление, как и при рассматривании стереоизображения на экране. О ряде эффектов, которые дает нам только проецирование при поляризованном свете, будет сказано ниже.

Различных камер с величиной кадра 24×36 см в продаже имеется очень много. При покупке прежде всего выясните, можно ли в выбранном вами аппарате использовать спусковой тросик.

Рекомендуем вам все же остановить свой выбор на самом дешевом фотоаппарате (например, «Смена ВМ»), который стоит 13—24 рубля. Диафрагма «Смены» от 4 до 16, объектив такой же системы («Триплет»), как и у «Любителя». Но на покупном штативе две «Смены» пристроить не удается, они просто там не помещаются. Для неподвижного закрепления аппаратов вы сами сможете сделать приспособление из полосы утолщенной жести. Для закрепления фотоаппаратов используйте те болты, которые имеются в дне футляров от аппаратов или купите в магазине адаптерные болты штатива.

Комплектом «Смен» вы сможете изготовлять диапозитивы для проецирования, причем двух видов: цветные — на обратимую пленку, или черно-белые — с негативов путем контактной печати. Контактное печатание на обычную черно-белую пленку дело сложное вследствие высокой чувствительности пленки. Лучше всего пользоваться для этого пленкой «МЗ». На коробочках с этой пленкой написано «позитивная», чувствительность всего 3—5 ед. ГОСТа. Ее успешно можно использовать для получения позитивов путем печатания с негативов

как фотобумагу. Проявляется она при красном свете, так что сразу можно проверить и степень проявления. Рекомендуется использовать для проявления фенидон-гидрохиноновый проявитель, который продается в пачках уже готовый. Время проявления при комнатной температуре — 2 — 4 мин.

Смонтированные стереопарой диапозитивы вы можете рассматривать и в стереоскопе, купленном в магазине; стереопару, сделанную из отпечатков на фотобумаге, можно смотреть в стереоскопе собственного изготовления.

Как «Любителями», так и «Сменами» вы можете делать цветные анаглифы. О них поговорим позже.

До того, как вы начнете снимать двумя аппаратами, нужно приготовить синхронный курок. Для этого купите два спусковых тросика. Они бывают длинные и покороче. «Любители» уже снабжены ими, но эти тросики для вас коротки, нужны примерно 25-сантиметровые.

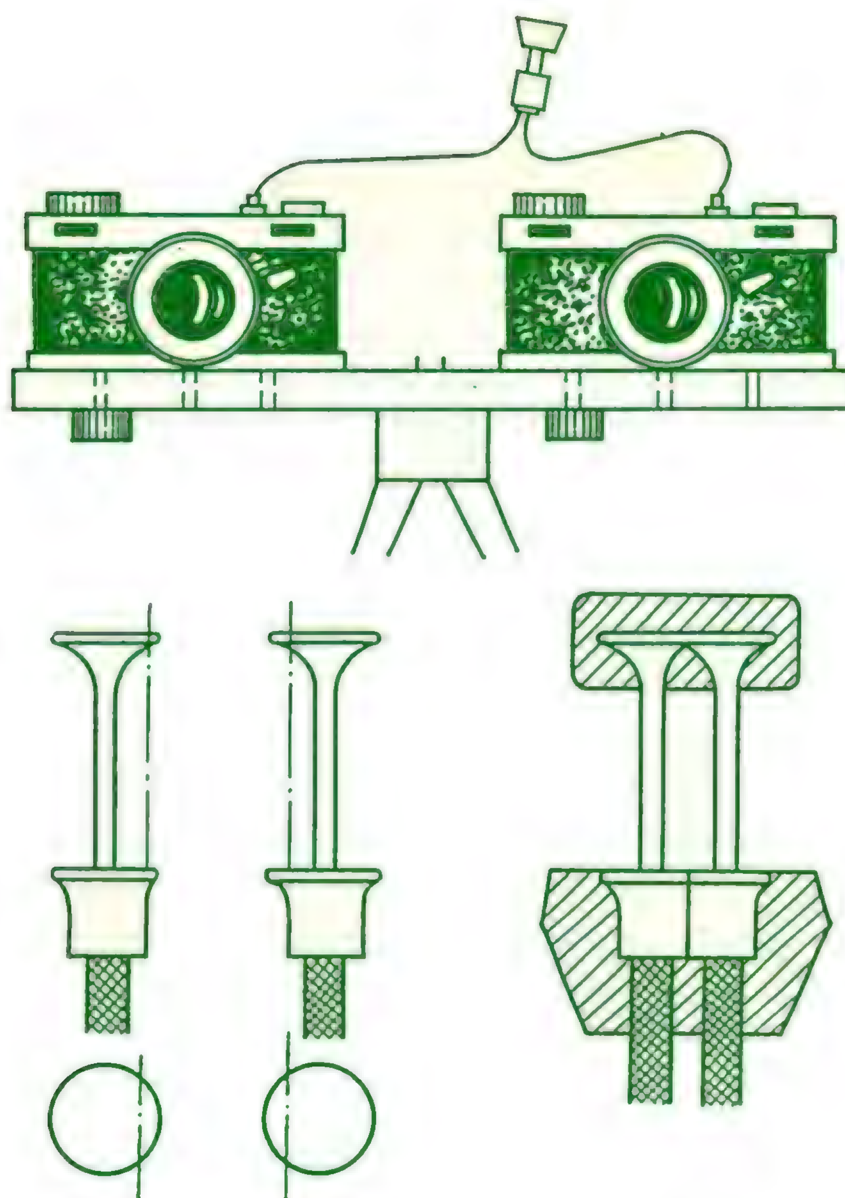


Рис. 16. Изготовление синхронного курка и его использование на соединенных аппаратах

Как изготовить синхронный курок, вы видите на рисунке 16. То, что соответствует заштрихованной части на рисунке, заполните шпатлевкой и пластмассовыми опилками, которые остались после изготовления стереоскопа. Шпатлевку можно лепить, как пластилин. Свободный ход курка оставьте как можно более длинным.

Готовый курок надо еще сделать синхронным.

В аппараты, установленные на штатив, вверните тросики как полагается, но так, чтобы они не перекрутились. Для этого тросик, который вворачиваете вторым, предварительно немного закрутите в обратную сторону. Установите на обоих аппаратах время выдержки 1/30 с и затем медленно нажмите на курок. Скорее всего, затворы обоих аппаратов откроются не одновременно. Установите, какой открылся раньше, открутите с этого аппарата тросик и подпилите немного конец иглы тросика. Только осторожно! Возможно, достаточно раза два провести напильником.

При испытании держите аппараты и курок в руках так, как будете держать при фотографировании. Таким комплектом вы можете снимать и движущиеся объекты без штатива.

Снимая с ручного штатива, используйте выдержку не больше 1/60 с. Если освещенность и глубина резкости позволяют, то пользуйтесь выдержкой в 1/100 с и короче.

Аппараты крепятся на штативе так, чтобы направления съемки были параллельны. Тогда вы можете быть более или менее уверены,

что при монтаже вас ждет удача. Съемка аппаратами, объективы которых заметно «скошены» внутрь, нужна лишь в особых случаях. А вот «смотреть» в разные стороны объективы аппаратов не должны!

Стереопортреты делаются несколько иначе, чем остальные стереофотографии.

Если вы решите фотографировать двумя параллельными аппаратами с нормальными объективами (фокусное расстояние в среднем 50 мм), то вам придется встать слишком близко к фотографируемому, и изображения стереопары при рассматривании могут не слиться, так как вы превысите допустимый для этого расстояния стереобазис. Может получиться и так, что объемность окажется чрезмерной и стереопортрет придется забраковать.

Лучший портрет получится у вас при наличии неподвижной модели способом сдвига одним аппаратом. Стереобазис в этом случае наполовину уменьшите — с 65 мм до 32 мм.

Несмотря на все трудности, портреты все же можно сделать и двумя аппаратами. (В этом случае чем больше фокусное расстояние объективов, тем лучше). Аппараты устанавливаются и закрепляются так, чтобы они «смотрели» строго на модель. Проверить это вы можете при помощи обыкновенного треугольника, если одну сторону прямого угла установите параллельно задней крышке аппарата. Вторая сторона, которая должна проходить по центру объектива, направлена на модель. Теперь направьте на модель и объективы соответственно направлению глаз. Проделайте то же и другим аппаратом.

Наводка «Любителями» весьма проста. Для этого в обоих аппаратах через центры матовых кружочков на экранах, которые окажутся под лупой для наведения резкости, надо провести фломастером тонкую вертикальную линию. Остается лишь проверить, чтобы на обоих экранах линия эта одинаково пересекала изображение фотографируемого или проходила от него на одинаковом расстоянии для обоих аппаратов.

Если вы пользуетесь аппаратами, которые рядом дают слишком большой стереобазис, может случиться, что вместо портрета получится карикатура.

В отличие от обычных портретов в стереопортретах желательно, чтобы фоном была объемная глубина, что повышает эффект. Простой белый фон снижает его, хотя и кажется более привычным.

5. ЗЕРКАЛЬНО-ЛИНЗОВЫЙ СТЕРЕОСКОП С. П. ИВАНОВА И Ю. М. БУТОВА

Если вы сделали выбор в пользу комплекта фотоаппаратов с малоформатным кадром (например, «Киев-Вега»), значит, вы намерены смотреть диапозитивы главным образом через стереоскоп. Дело в том, что увеличенное с маленького кадра на фотобумагу или экран изображение получается далеко не первоклассным.

Малоформатные диапозитивы можно, конечно, смотреть и с помощью линзового стереоскопа, описанного выше. Для этого нужно всего-навсего окна в кадровой рамке сделать соответственно меньше. Можно использовать и стереоскопы, которые продаются в фотомагазинах. Но обрамленная стереопара выглядит довольно странно — длинная, узкая. Очень много бесполезной площади рамки.

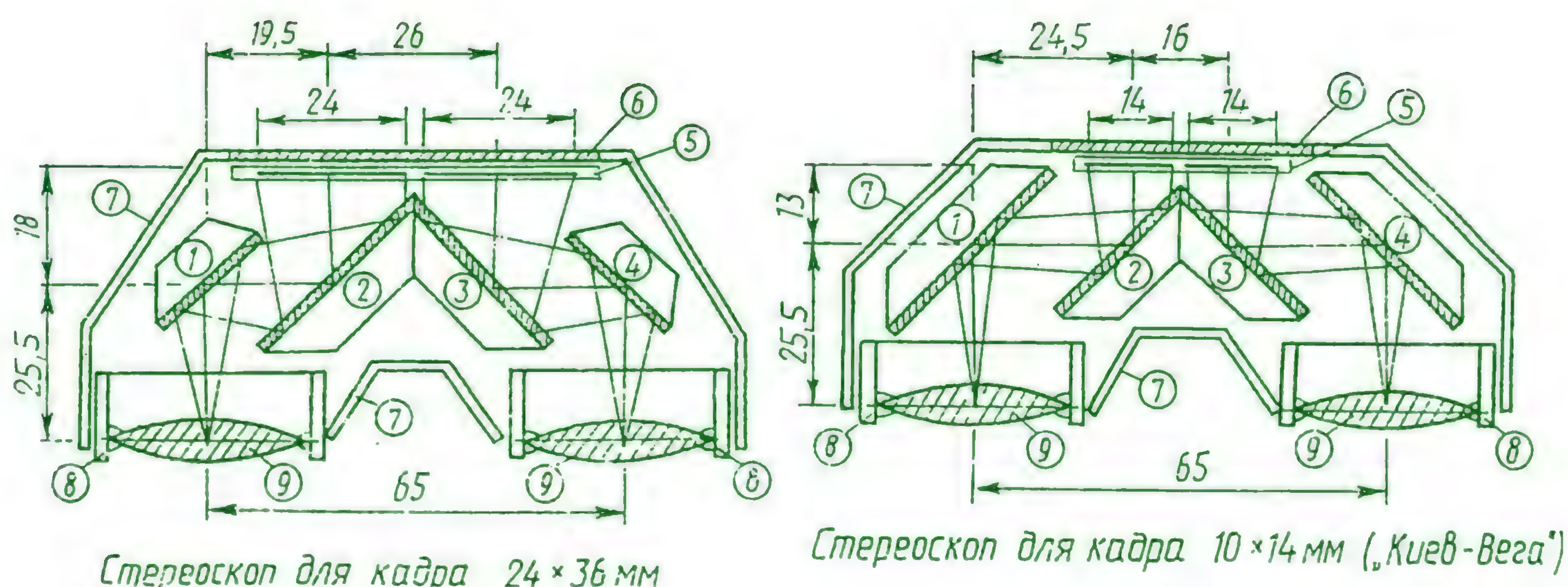


Рис. 17. Стереоскоп С. П. Иванова и Ю. М. Бутова

Смотреть малоформатные (ширина одного кадра до 24 мм) диапозитивы лучше всего с помощью зеркально-линзового стереоскопа конструкции С. П. Иванова и Ю. М. Бутова. На чертежах (рис. 17) приводятся лишь принципиальные схемы таких стереоскопов для 24-миллиметрового и микропленочного кадра, потому что его изготовление аналогично изготовлению других стереоскопов. С помощью пластмассы и клея сделать такой стереоскоп может каждый. Как крепить зеркала, рассказывается в разделе «Зеркальный стереоскоп».

Если вы хотите сделать стереоскоп маленьким, компактным, то придется отказаться от мысли использовать при этом линзы любой степени увеличения. Линзы подбирайте только после того, как готов точный рабочий чертеж (лупы для часовщиков есть в довольно широком выборе, да и стекла от очков вполне можно использовать).

Изготовление рабочих чертежей надо начинать с точного определения расстояния, на котором вы хотите расположить диапозитивы в смонтированной стереопаре. Это расстояние при микропленочном кадре можно выбирать в довольно значительных пределах. Но учтите, что между двумя кадрами должен остаться промежуток не меньше двойной толщины зеркала (если вы алмазным напильником опилите под углом 45° края внутренних зеркал в месте их соприкосновения, то и это не обязательно). Одним словом, рамку надо сделать такую, чтобы потом было удобно ею пользоваться.

Теперь измерьте расстояние между центрами двух кадров. Это и есть исходная величина для рабочих чертежей стереоскопа.

Нанесите эти две полученные точки на верхний край миллиметровой бумаги и наметьте будущую кадровую рамку (разумеется, надо учесть и толщину пластмассы). Затем обозначьте на чертеже расположение внутренних зеркал. Для этого нужно из промежутка между центрами стереопары провести вниз ось симметрии стереоскопа и наметить на ней точки расположения зеркальных поверхностей таким образом, чтобы острие сдвоенного зеркала находилось на оси симметрии, близко к кадровой рамке, зеркала были одно по отношению к другому под углом 90°, а ось симметрии делила этот угол пополам.

Затем на равном расстоянии от оси симметрии и параллельно ей проведите две вспомогательные линии, расстояние между которыми равно расстоянию между вашими глазами. Где-то на этих вспомогательных линиях будут находиться центры линз.

Дальше нанесите на чертеж ход лучей от диапозитива до оптических осей линз. Ошибиться здесь нельзя, импровизировать тоже невозможно. Надо получить прямой угол, один луч которого начинается в центре диапозитива, вершина угла касается зеркальной поверхности внутреннего зеркала, а второй луч пересекается под прямым углом с оптической осью линзы. Именно в месте пересечения и будет находиться зеркальная поверхность внешнего зеркала. Само зеркало будет параллельно внутреннему.

Теперь надо уточнить на схеме положение линз.

Измерьте длину лучей от диапозитива до того места, которое больше всего подходит для размещения линз. Вы должны подобрать линзы, дающие резкое изображение с такого же расстояния (во всяком случае, не ближе). Может случиться, что точно для такого расстояния линзы подобрать не удастся. В этом случае перенесите их немного подальше. Если вы используете лупы для часовщиков, их можно передвигать сантиметра на два. Этого достаточно, если вы подобрали лупы более или менее подходящей степени увеличения.

А вот теперь уже можно определять и размеры зеркал.

Точное положение внешних зеркал надо проверить тем же способом, что и при изготовлении зеркального стереоскопа.

Как сделать обычные зеркала такими, чтобы они были пригодны для изготовления стереоскопа, читайте в главе «Маленькие хитрости».

Почему здесь не приводятся точные рабочие чертежи?

Причина в том, что чертежи эти будут во многом различаться в зависимости от того, какие линзы вы используете и для какого кадра предназначен стереоскоп.

Но что самое важное — изобретательность, проявленная при изготовлении стереоскопа, вам потом очень пригодится при изготовлении стереодиапроектора и насадки.

6. ЦВЕТНЫЕ АНАГЛИФЫ

Цвет и свет. Начнем издалека. Вы когда-нибудь смотрели через разноцветные стекла? Но при этом левым глазом через красное, а правым через зеленое?.. Если смотрели, то наверняка заметили, как странно высвечиваются все красные, синие и зеленые предметы.

Любое цветное прозрачное вещество является одновременно и светофильтром, который пропускает только часть цветов спектра. Из этого следует, что можно создать два фильтра с такими комбинациями цветов, при которых один будет пропускать цвета одной части спектра, а второй — другой части.

Вспомним основное условие стереовидения — каждому глазу свою картину. Теперь становится понятным, как использовать очки с фильтрами для того, чтобы изображение для одного глаза укрыть от другого — каждый из снимков должен быть окрашен своим цветом.

Обычно делают так: фильтр для одного глаза окрашивают в сине-зеленый цвет, а для другого — в оранжево-красный.

Чтобы рассматривать снимки через стереоскоп, нам приходилось создавать стереопару. В случае когда мы окрашиваем снимки в разные цвета, изображения стереопары можно не располагать рядом, а печатать одно на другое, так как их разделяют очки с фильтрами.

Если будем смотреть на такой снимок невооруженным глазом, то нам покажется, что фотограф просто-напросто плохо снял — цвета заметно расплылись. Но если мы перед одним глазом установим зеленый, а перед другим глазом красный фильтр, то увидим объемное изображение, но не цветное, а черно-белое.

Анаглифы. Такие снимки называются цветными анаглифами (от греческого слова anaglyphos — рельефный).

Метод цветных анаглифов открыт уже в 1858 году. В начале нашего века альбомы с анаглифами были очень популярны; время от времени анаглифы появляются и сейчас, например в журнале ГДР «Фрёзи».

При желании вы тоже можете делать цветные анаглифы.

Для этого нужно приобрести:

1. Листовую негативную пленку.
2. Красную и зеленую краски.
3. Пластмассу или картон для изготовления оправы.
4. Фотобумагу черно-белую и цветную и химикаты для обработки.

Кроме того, конечно, нужен фотоувеличитель и прочий инвентарь для фотолаборатории.

Фильтры и очки. Их изготовление — это основная предварительная работа.

Прежде всего сделаем фильтры.

Положите в фиксаж лист незасвеченной листовой фотопленки и фиксируйте ее 15—18 мин. После 20-минутной промывки в проточной воде (это можно делать уже при свете) вы получите прозрачную пленку. Будьте осторожны, чтобы не повредить слой желатина. После просушки основа для фильтров у вас готова. Теперь надо закрасить ее.

Желатин активно всасывает любые красители. Вам необходима краска, которая бы растворялась в воде или в спирте.

Для изготовления фильтров подходят разные краски: чернила фломастера, краска для окрашивания тканей и т. д.

Краску растворяют в 50 г теплой воды или 40-градусном спирте до тех пор, пока раствор не станет совершенно темным. На 5—10 мин в него опускают основу для фильтров. Проследите, чтобы под пленкой не оказалось пузырьков воздуха, иначе желатин окрасится неравномерно.

Перед просушкой промывайте фильтр в течение 1—2 с в воде. Если будете полоскать его дольше, фильтр посветлеет. Лучше для полоскания пользоваться дистиллированной или дождевой водой, тогда при высыхании не появятся пятна от извести.

Фильтры можно проверить при помощи экспонометра. Направьте фотоэкспонометр на источник света с такой дистанции, чтобы на шкале было 10 единиц освещенности. Теперь перед экспонометром поместите зеленый фильтр. Если показатель на шкале изменится не менее чем на единицу, то фильтр годится для работы — затемненность его достаточная.

Слишком темный фильтр можно высветлить, если дополнительно промыть его в воде. Если фильтр недостаточно темный, то в воду надо добавить красителя.

Фильтр можно проверить и на глаз. Через зеленый фильтр с достаточной затемненностью все красные (светло-красные в том числе) тона кажутся черными, коричневыми или темно-фиолетовыми, а все синие и зеленые тона остаются ясно различимыми. На белом фоне светлая зелень вообще не должна быть видна.

Красный фильтр лучше всего изготовлять из пленки с красноватой основой. Это, например, широкая пленка 130 ед. ГОСТа. Весьма удовлетворительное и качество фильтра, сделанного из пленки с синеватой основой. При проверке красного фильтра экспонометр покажет без фильтра 10 единиц, с хорошим фильтром — 8,5—9 единиц.

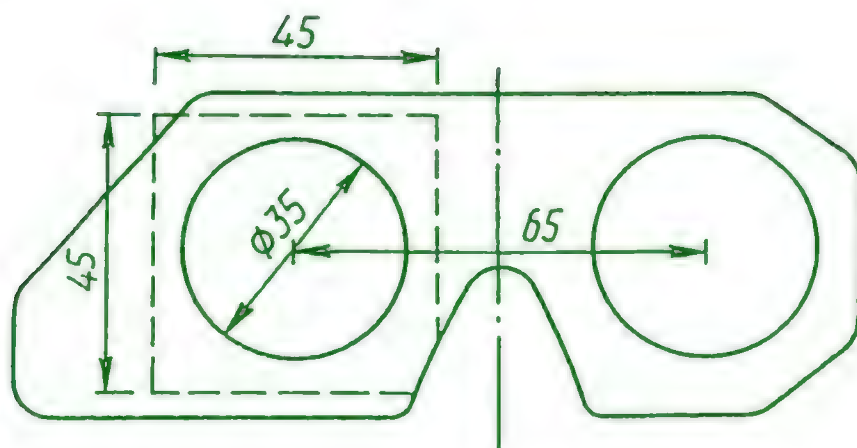


Рис. 18. Схема очков-фильтров

Теперь из готовых фильтров вырежьте кусочки для очков и для увеличителя. Размеры фильтров для увеличителя зависят от того, каким из них вы пользуетесь. Проверьте прежде, какого размера ящичек, в котором лежит матовое стекло. Свободное место в ящичке над стеклом и предназначено для фильтров. Если же в вашем увеличителе нет такого ящичка, то кусок для фильтра вырезайте с таким расчетом, чтобы можно было держать потом этот фильтр перед объективом.

Изготовление анаглифов. Анаглифы фотографируются на черно-белый негатив и, в основном, тем же способом, что и другие стереофото. Но есть и некоторые отличия.

Помните, мы вели речь о том, что стереоснимки нельзя чрезмерно увеличивать, ибо тогда возникает впечатление, что вы ошиблись в выборе стереобазиса. А вот анаглифы выигрывают от большого увеличения при печатании. Но при большом увеличении увеличиваются и параллаксы! В основном анаглифы печатаются размером 18×24 см или 13×18 см. (Это стандартные размеры фотобумаги). При съемке с привычного расстояния параллаксы на снимке будут слишком большими, и анаглифы трудно будет рассматривать. Поэтому снимают издалека. Достаточным удалением при базисе 65—100 мм считается 7—15 м.

Если снимать с более отдаленной точки, объемный эффект уменьшится.

Некоторые особенности есть и в выборе композиции анаглифа. Теперь уже сбоку снимка не должно быть части стены, которая в кадре получается ближе допустимого. На диапозитиве эта часть снимка вполне может оставаться не в фокусе, ничего страшного в этом нет. Но на анаглифе это затруднит рассматривание, и краски на снимке будут как бы мерцать.

Хорошо смотрятся такие композиции, на которых объекты частично перекрывают один другой.

Еще старайтесь избегать крупных планов, на которых небо или другое светлое пятно будет служить фоном. Очень хорошо смотрятся фотографии, снятые с высокого места так, что небу отводится минимальное место или оно совсем не захвачено.

При проявлении негативов пользуйтесь мелкозернистым проявителем. С готовыми проявителями проще. Если готовите проявитель сами, то выбирайте рецепт не слишком контрастного.

Для негативов больше всего подходит пленка 65 ед. ГОСТа, пленка 130 ед. ГОСТа уже довольно зернистая, а пленку 250 ед. ГОСТа вообще нет смысла использовать. Следите еще и за тем, чтобы не превышать времени проявления, это усиливает контрастность негатива.

Печатание анаглифов несколько сложнее, чем обычных отпечатков.

Прежде всего изучите рамку для печатания. Она должна быть такой, чтобы в нее можно было класть один и тот же лист бумаги дважды, миллиметр в миллиметр. Во многих рамках, особенно в дорогих, где можно регулировать ширину белой каемки по краям снимка, в качестве держателя бумаги сделаны лишь три коротенькие опорные полоски. В таком случае разумнее будет вместо них приклеить картонные или пластмассовые полосы, которые придерживали бы бумагу с двух сторон по всей длине.

Выберите для анаглифа подходящее увеличение и отрегулируйте резкость. Теперь до полной его готовности ничего менять нельзя.

Вставьте в увеличитель черно-белый негатив, сделанный правым аппаратом (если вы сейчас ошибетесь, то потом вам придется надеть очки наоборот). С негатива получите черно-белый контрастный отпечаток. Он будет вспомогательным при печатании анаглифа.

Дальше придется пользоваться уже цветными фотобумагой и химикатами, поэтому в какой-то степени вы должны быть знакомы с техникой цветной фотографии. Если же руководства по цветной фотографии у вас нет или оно кажется для вас слишком сложным, не отчаивайтесь. Печатание анаглифов не так уж сложно. Если не считать необходимости пользоваться корректировочными фильтрами и желто-зеленым фонарем, печатание не очень отличается от печатания черно-белых негативов, так как оттенки цвета не должны быть столь точными, как на цветных фото. Сам процесс проявления, правда, сложнее, чем черно-белых отпечатков, так как качество его нельзя тут же проверить — проявлять приходится в абсолютной темноте или в очень тусклом желто-зеленом свете. Температура растворов, особенно проявителя, должна поддерживаться определенной. Но поскольку она близка к комнатной, то и это не проблема, даже если у вас нет термованночек (ванночки с электронагревателем, в которых поддерживается заданная температура).

Для приготовления растворов нужна дистиллированная вода, которая продается в аптеках (можно пользоваться и профильтрованной через вату дождевой водой). Для промежуточной промывки пользуются простой водой (проточной). Если у вас дома нет ванны, то для промывки надо использовать емкость, гораздо большую, чем фотованночки, и все равно воду придется часто менять.

Если все это вас не смущает, то можете быть уверены, что справитесь с анаглифами и в том случае, когда опыт в цветной фотографии у вас отсутствует полностью. Просто изучите внимательно инструкцию, которая приложена к комплекту химикатов. (А вот после работы с анаглифами у вас появится определенный опыт для занятия цветной фотографией).

Проще всего пользоваться комплектом химикатов «Биколор», в нем всего два компонента — проявитель и фиксаж. «Триколором» можно

добиться более чистых цветов, но компонентов там три. В «Фомаколоре» и других комплектах их еще больше.

Итак, у вас есть красно-зеленые очки, фильтры для увеличителя, темное помещение с подходящей температурой, готовые химикаты и ванночки. Теперь вставьте в увеличитель негатив, сделанный правым фотоаппаратом, настройте его на нужное увеличение и наведите на резкость (все в таком же положении, как и во время изготовления вспомогательной фотографии).

Прежде всего печатают пробные кусочки с тем, чтобы определить время экспонирования.

Для этого в ящик для корректировочных фильтров вложите второй из сделанных вами фильтров, например зеленый. (В случае отсутствия ящика просто держите фильтр перед объективом). Найдите на снимке подходящий для пробы сектор с таким расчетом, чтобы в него входили по возможности контрастные детали, одновременно передвиньте рамку в такое положение, чтобы потом в темноте полоска фотобумаги для пробы оказалась в выбранном месте снимка.

Теперь несколько пробных полосок проэкспонируйте с разным временем (точно так же, как вы это делаете при печатании черно-белых негативов), чтобы найти нужное время экспонирования.

Проделайте то же самое, но теперь через красный фильтр. Негатив с другого аппарата пока вставлять в увеличитель не надо, так как оба негатива сняты в одинаковых условиях.

Все пробные полоски проявляйте одновременно, в одинаковых условиях. Когда вы закончите весь процесс обработки и высушите их (при высыхании цвет может несколько измениться), рассмотрите через очки. Так вы определите оптимальное время для проявления каждого цвета.

Самый удачный пробный цвет на полоске тот, который через один фильтр очков совершенно не виден, а через другой виден ясно. Картина на такой полоске будет весьма бледной, но так и должно быть, ведь окончательное изображение возникает лишь при слиянии двух цветов.

Помните, что на бумаге вы получили зеленое изображение через красный фильтр, а красное через зеленый.

Бывает, что изображения выходят не совсем красные или зеленые, а с оттенком. Например, вместо зеленого мы видим почти синий или вместо красного коричневый. Объяснить это можно несколькими причинами. Во-первых, в фотоувеличителе не бывает абсолютно белого света, во-вторых, дело может быть в оттенке фильтра, и в-третьих, окраска может зависеть от марки и даже партии фотобумаги. Если же различие в цвете настолько велико, что и лучшее пробное изображение вас не устраивает, то надо при печатании использовать добавочные корректировочные фильтры.

Установите, какой краски на пробном куске слишком много. Для того, чтобы избавиться от этого цвета, в увеличитель надо вставить фильтр такого же цвета. Чаще всего слишком много бывает синего или желтого цвета. Корректировочные фильтры вы тоже можете изготовить сами.

Конечно, все это большая и хлопотная работа, причем работа предварительная. Но когда вы точно установите, при помощи каких фильтров вы получили удовлетворительное изображение, эту работу придется сделать всего один раз.

Итак, вы довольны пробами. Можете приступать к изготовлению анаглифов.

Расположите в рамке для печати вспомогательную фотографию и включите фотоувеличитель. В нем уже стоит правый негатив, при помощи которого вы сделали вспомогательный отпечаток. Расположите рамку таким образом, чтобы изображение из увеличителя в точности совпало с изображением на готовом фото.

Теперь сдвигать рамку уже нельзя!

Положите в ящичек увеличителя зеленые фильтры, с помощью которых вы получили хорошее красное изображение на пробе. Выньте из-под рамки (только не сдвиньте ее!) контрольную фотографию и положите на это место цветную фотобумагу такого же размера. Осветите ее так, как и пробное красное изображение и уберите в затемненное место (ящичек или коробку), но при этом запомните, в каком положении она была под рамкой, чтобы потом положить ее точно так же.

Теперь уберите зеленый фильтр, вставьте в увеличитель второй негатив и в рамку снова контрольную фотографию (только точно!). Если вы теперь сдвинете рамку, то увидите, что можете перекрыть изображением любого объекта нового негатива тот же объект на фотографии, при этом остальные объекты окажутся более или менее сдвинутыми. Интересного эффекта можно достичь, если совместить объекты в бесконечности. Потом, при рассматривании, будет возникать такое ощущение, что объекты на переднем плане расположены ближе к вам, чем сам снимок, они как бы «выходят из фотографии». Но если параллакс близких объектов окажется слишком большим, то снимок трудно будет рассматривать. Поэтому лучше для совмещения выбирать какой-нибудь объект среднего плана. В таком случае одна часть композиции окажется перед снимком, другая — на снимке и третья — за снимком. Теперь параллакс имеют только объекты переднего плана и те, что в бесконечности. Совместить можно, разумеется, и передний план. Тогда все запечатленное на снимке будет как бы за ним, но параллакс удаленных объектов будет вдвое больше. Это раздражает глаз так же, как и первый из рассмотренных вариантов.

Какой план выбрать для совмещения, зависит и от композиции снимка. Посмотрите три анаглифа, которые помещены на первых страницах цветной вклейки. На одном совмещены объекты в бесконечности, все три дерева выходят из снимка. Но возникает противоречие — перед средним и задним деревьями мы видим поверхность почвы, естественное расположение которой может быть только за рамкой снимка, следовательно,и деревья эти должны находиться тоже за рамкой снимка...

Работа, по существу, та же, что и при монтаже стереопар, поэтому надо все делать старательно и внимательно, от этого зависит успех снимка.

Когда выбран объект для совмещения, рамка должна опять оставаться в полной неподвижности, как и сам увеличитель, конечно.

Выньте вспомогательный снимок из-под рамки, вставьте в увеличитель красный фильтр, достаньте из ящичка бумагу, на которую уже раз печатали изображение через зеленый фильтр, положите ее в рамку (только точно!) и осветите так, как и наиболее удачную пробу с этим фильтром.

Теперь остается проявить и отфиксировать готовый анаглиф.

По колориту снимок получится несколько темным — коричневым, красноватым или лилово-коричневым. Обычная фотография такого цвета была бы браком! Но посмотрите на нее сквозь очки и увидите, что снимок стал черно-белым и достаточно контрастным.

Очки-фильтры поглощают много цвета, поэтому пользоваться ими надо при наиболее ярком освещении. Рассматривать анаглиф будет легче, если края снимка (1,5—2 см) покрашены в коричневый цвет. (Если вы совместили передний план, то делать этого не надо!).

Как и все цветные фото, анаглифы со временем выцветают, поэтому хранить их лучше в альбоме или закрытой коробке.

7. ВОЗНИКНОВЕНИЕ СТЕРЕОЭФФЕКТА

Итак, теперь, когда вы более или менее знаете, какие возможности предоставляет стереофотография, можем поговорить и о том, как возникает стереоэффект.

Начнем с простейшего.

Бинокулярный и монокулярный стереоэффекты. Бинокулярный (по-латыни *bini* — пара, *oculus* — глаз) — это стереоэффект, который возникает при обычном видении, а также в стереоскопе, при рассматривании анаглифов, просмотре стереофильмов, голограмм и т. д.

Но существует еще и другой, монокулярный стереоэффект (по-гречески *mono* — один, единственный). Впечатление объемности в этом случае создается за счет перспективы — отдаленные предметы мы видим маленькими, возможно даже полуприкрытыми ближними объектами, или постепенно исчезающими за горизонтом... Объемному восприятию способствуют также и тени. Неважно, смотреть при этом одним глазом или двумя, монокулярный стереоэффект возникает в любом случае.

Все это давно известно и не нуждалось бы в напоминании, если бы монокулярный стереоэффект не играл столь важной, хотя и вспомогательной, роли в стереофотографии, особенно в цветных анаглифах.

Если стереофотография не получилась, не спешите увеличивать стереобазис, подумайте — может ошибка в том, что при выборе мотива вы недооценили роль монокулярного стереоэффекта.

Аккомодация и конвергенция. Строение человеческого глаза изучают уже в школе. Также известно, что фотоаппарат с объективом чем-то напоминает глаз человека. Действительно, как у фотоаппарата есть приспособление для наведения резкости на объект, так и у глаза есть мышцы, выполняющие ту же функцию. В наших глазах эта регулировка происходит независимо от нашего желания, поэтому мы и не замечаем изменений, когда переводим взгляд с дальнего предмета на ближний и наоборот. Но изменение происходит — меняется форма хрусталика глаза. Это — аккомодация, т. е. способность глаза приспособляться к рассматриванию предметов, находящихся от него на различных расстояниях. Благодаря аккомодации мы ясно видим все, на чем останавливаем взор.

Известно и то, что оптические оси глаз на дальние объекты направлены почти параллельно, а при взгляде, скажем, на свой нос пересекаются под большим углом. Как должны быть направлены

эти оси на тот или иной объект — об этом мы не думаем, нужный угол выбирается сам собой, без усилий. Эту способность называют конвергенцией (схождением, сближением).

Определенным углам между оптическими осями соответствует определенная форма хрусталика глаза.

Помните, когда вы разглядывали конусы без стереоскопа, вам понадобилось время, чтобы совместить оба изображения. Причиной тому была необходимость нарушить природную связь между аккомодацией и конвергенцией. Оптические оси глаз располагались так, будто вы смотрели на дальний конус, а хрусталики так, будто смотрели на плоскость рисунка, т. е. гораздо ближе. Пока вам не удалось увидеть нужное, вы видели или одно изображение (не считая изображений „паразитов" по обеим сторонам), но не в фокусе (конвергенция правильна, оптические оси глаз параллельны, но аккомодация не соответствует расстоянию до плоскости рисунка) или, когда фокусировали зрение, то видели не одно, а два изображения (аккомодация соответствует расстоянию до плоскости рисунка, а угол конвергенции не равен нулю, оптические оси глаз не параллельны).

В стереоскопе резкость обеспечивается линзами, глазам лишь остается найти нужную конвергенцию. Неестественную аккомодацию мы не ощущаем.

Известно, что человек не может одновременно смотреть в разные стороны. Есть, правда, небольшая возможность разводить глаза, но очень не на много, примерно на 1°. Вот почему идентичные точки стереопары, которые видны в бесконечности, не должны быть на большем расстоянии, чем расстояние между глазами. Вот почему стереопары больших размеров можно рассматривать только с помощью призменных или зеркальных стереоскопов, которые как бы увеличивают расстояние между нашими глазами, и каждый из них может спокойно, без напряжения видеть свою картину.

Положительный и отрицательный параллаксы. Лучшее представление о параллаксе (от греческого *parallaxis* — отклонение) мы получили при монтаже цветных анаглифов. Параллаксом называют смещение, которое возникает между двумя изображениями объекта. Еще раньше мы узнали, почему это происходит, а занимаясь анаглифами, увидели, как это происходит.

Немного забегая вперед, поговорим о том, каким образом мы видим изображение в стереокинотеатре. Так будет проще всего объяснить роль параллакса в возникновении стереоизображения.

Есть несколько способов, чтобы закрыть от одного глаза изображение для другого. Для начала достаточно знать, что каждый глаз и тут видит свою картину, и обе они спроецированы на другую, как анаглифы.

Изображение мы можем видеть или на поверхности экрана, или перед экраном, или за экраном, даже в бесконечности.

На схеме *1* (рис. 19) изображения наложены одно на другое, параллакс отсутствует, объект мы видим так, будто он расположен на экране или на плоскости анаглифа.

На схемах *2* и *4* изображение для правого глаза сдвинуто вправо, для левого — влево. Такое отклонение называют положительным параллаксом, и он не должен превышать расстояние между глазами человека.

На схеме *3* показано, как возникает отрицательный параллакс,

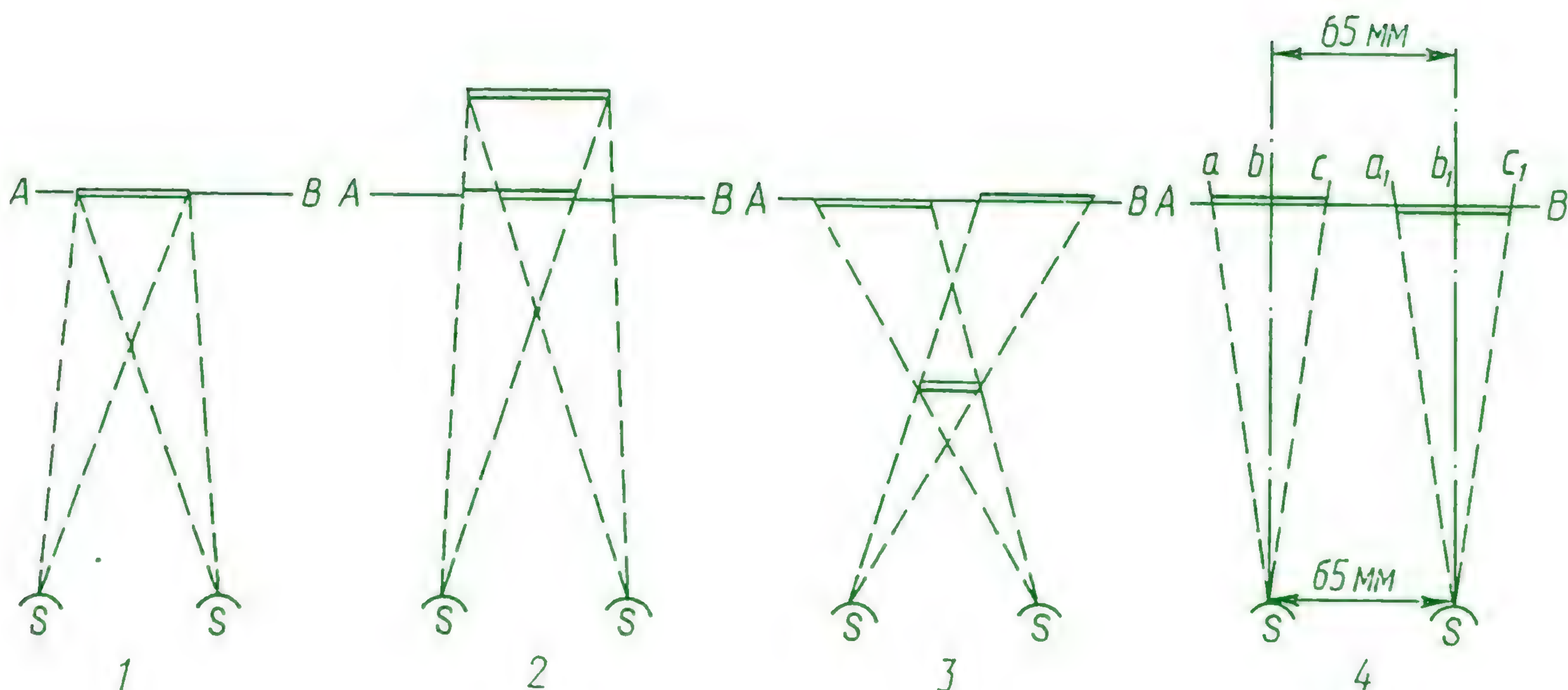


Рис. 19. Разные параллаксы на экране

который создает впечатление, будто изображение выходит из экрана — изображение для правого глаза на экране сдвинуто влево, для левого — вправо. Такой параллакс называется отрицательным.

На схемах *3* и *4* параллаксы одинаковы, оба равны 65 мм. Но в одном случае объект наблюдается в бесконечности, а в другом — точно на полпути от экрана к зрителю.

В стереокино можно достичь, например, такого эффекта: танцовщица на канате приближается настолько, что можно подать ей руку. Но для этого отрицательный параллакс должен быть слишком большим. Представьте себе две прямые, которые начинаются от ваших глаз, пересекаются на изображении танцовщицы и продолжаются до экрана...

Теперь посмотрим, что происходит в стереоскопе.

Глядя через стереоскоп на изображение объекта, находящегося в бесконечности, оптические оси глаз мы ориентируем параллельно, аналогично тому, как идут лучи *в* и $в_1$ или *а* и a_1, *с* и c_1 (см. схему 4). Если же мы рассматриваем изображение ближнего объекта, оптические оси глаз пересекаются под углом один к другому, например, как лучи *с* и a_1.

А как обстоят дела с цветным анаглифом?

Предположим, что вы смонтировали его так, что совместились объекты самого переднего плана. В этом случае параллакс остальных объектов стал положительным (схемы *2* и *4*), все изображения оказались позади снимка.

Попробуйте мысленно сдвинуть на схеме оба объекта к середине... Теперь вы выбрали для наложения один на другой объекты в бесконечности. Схема *4* превратилась в схему *1*, так как положение глаз осталось тем же самым! У всех остальных объектов возник отрицательный параллакс, они «вышли из снимка».

И тем не менее анаглифы не создают такого богатого объемного эффекта, как стереофильмы.

Почему?

Дело в том, что на анаглифы мы смотрим с расстояния 25—30 см, сдвиг идентичных точек не должен превышать 3—5 мм, иначе картина не сливается или смотрится с трудом. Отрицательный параллакс

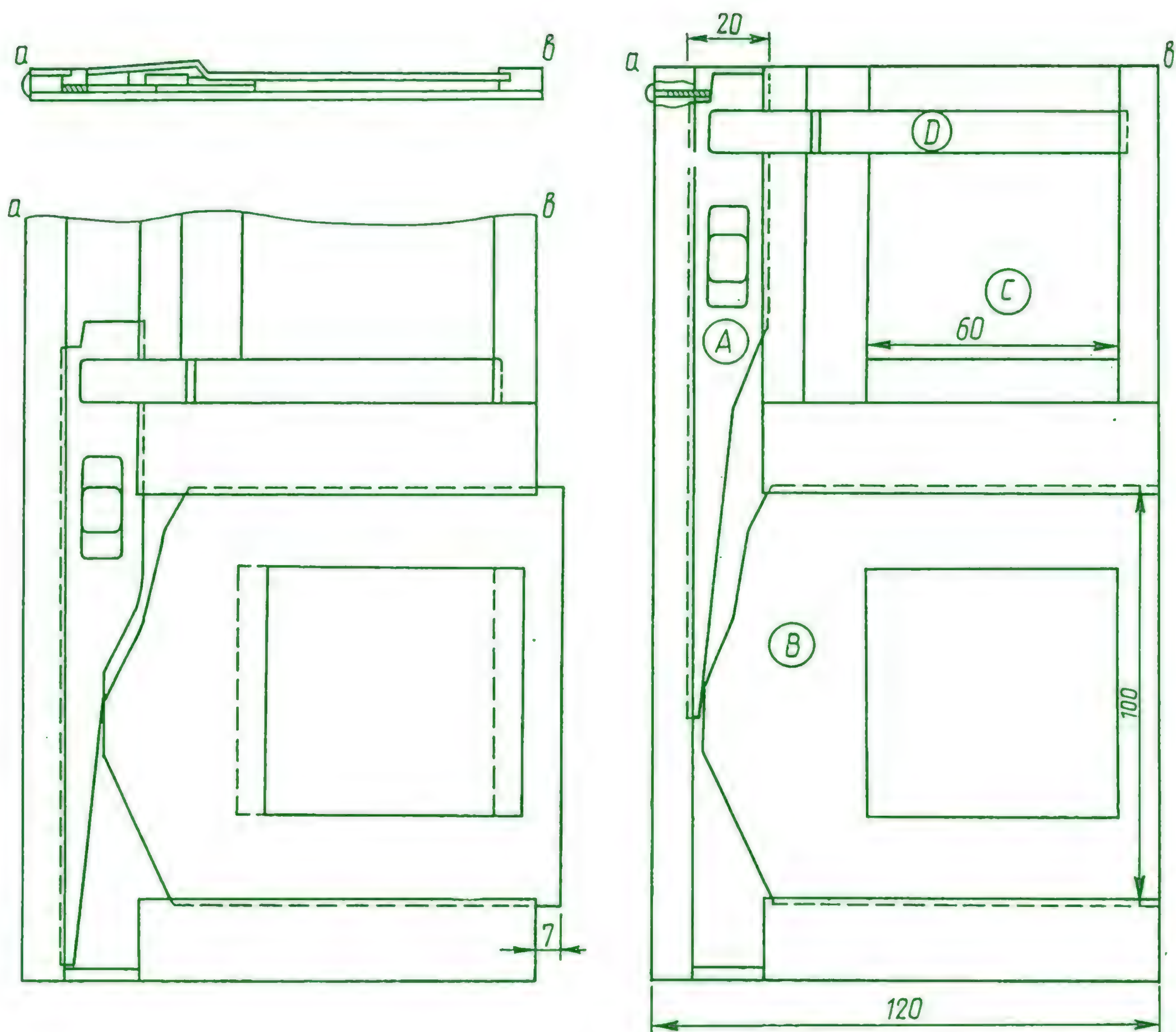


Рис. 20. Схема стереографа Д. О. Шварцмана

будет незначительным, а объекты в бесконечности кажутся недалеко за плоскостью анаглифа, вся картина напоминает действительно больше рельеф, чем объемное пространство.

Конечно, теоретически сделать анаглиф, который бы полностью передал объем, дело возможное, но для этого он должен быть значительно шире, чем 18 или 24 см.

Если в кино при положительном параллаксе расстояние между бесконечностью и экраном для глаза особого значения не имеет, так как экран тоже расположен далеко от глаза и аккомодация нарушается незначительно, то при взгляде в бесконечность и на плоскость анаглифа разница в величине аккомодации уже очень значительна. Для рассматривания таких анаглифов вдобавок к очкам нужны были бы еще и линзы, как в стереоскопе.

Об одной из причин, почему в стереокино все обстоит проще, мы уже говорили. Но свои трудности есть и там. Они возникают тогда, когда преследуется цель максимально приблизить изображаемое к зрителю.

Когда будете смотреть стереофильм, обратите внимание: кадр начинается, например, с того, что танцовщица приближается из глубины экрана, двигается сквозь него, все ближе и ближе... Рас-

согласование между аккомодацией и конвергенцией происходит постепенно. Если в этот момент вы снимете специальные очки и посмотрите на экран, то после этого, возможно, не сможете увидеть танцовщицу перед собой, даже надев очки. Два изображения танцовщицы совместить будет трудновато.

Глаза неспособны к мгновенной перестройке.

8. СТЕРЕОГРАФ. РИСОВАННЫЕ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

Советские конструкторы создали разные стереографы. Простейший из них сконструирован в 1941 году Д. О. Шварцманом (рис. 20). Он дает возможность рисовать весьма удовлетворительные стереоизображения.

Основные части стереографа (см. схему) — подвижный клин А и подвижная подставка В, положение которой регулирует клин.

Принцип работы следующий.

На подставку наклеивают белый лист ватмана, который движется вместе с подставкой, а на ватман, в свою очередь, наклеивают (приклеить, конечно, нужно только края) копировальную бумагу. Ограничители, между которыми движется подставка, чуть выше. К ним, над ватманом и копировальной бумагой, наклеивают второй лист ватмана. Подставка под вторым листом движется свободно.

В стереограф помещают перспективный план (вид на композицию сверху будущего рисунка — на схеме квадрат С). В верхней части плана — объекты, которые на рисунке будут в бесконечности, внизу — те, которые на переднем плане.

К клину А прикреплен указатель *D*. Он движется вместе с клином и показывает на плане, какой объект рисуют.

Рисовать начинают с ближних объектов, поэтому до начала работы клин ставят в нижнее положение (подставка В в крайнем правом положении). При работе с объектами, расположенными подальше, надо соответственно поднимать и клин, а вместе с ним сдвигать подставку влево.

Когда картина готова, на нижней бумаге (через копирку) вы получите изображение для правого глаза, на верхней — для левого.

Рисунки монтируются на картонки так же, как стереофотографии.

На стереографе нельзя вырисовать рельеф. На стереорисунке в конце книги ясно видно, что один объект расположен ближе, другой — дальше, но в них самих глубинность отсутствует. Рельеф на объектах можно получить так же, как при обычном рисовании — наносить тени.

Круглые и овальные объекты, которые должны бы расположиться на горизонтальной плоскости (например, цветочная клумба), будут выглядеть на рисунке как бы поставленными на бок, поэтому от таких изображений лучше отказаться.

Если вы хотите на переднем плане изобразить, например стол, то делать это надо следующим образом.

Прежде всего нарисуйте ближний край стола и ножки, потом передвиньте клин в положение, соответствующее заднему краю стола. Этот задний край вначале не пририсовывайте. Отметьте только крайние точки — левую и правую. При помощи этих точек нарисуйте заднюю и боковые стороны стола лишь тогда, когда рисунок будет вынут из стереографа. Иначе на нижнем рисунке боковые стороны не совпадут с задней стороной стола.

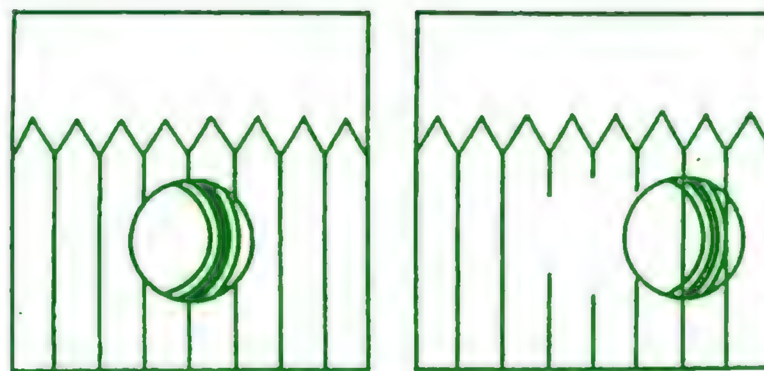


Рис. 21. Рисунок, выполненный с помощью стереографа, надо еще закончить

На стереорисунке могут и должны быть объекты, которые частично закрывают один другой. Но рисовать их несколько затруднительно.

Допустим, вы хотите нарисовать мяч на фоне забора. Если вы посмотрите потом стереопару, то на нижней картине это будет выглядеть так, как на рисунке 21. Вам придется стереть изображение забора из очертаний мяча, а пустоту на фоне забора заполнить.

Для разглядывания стереорисунков годятся стереоскопы с маленьким увеличением. Слишком большое увеличение создаст впечатление, будто линии на рисунке проведены не карандашом или тушью, а чем-то вроде угля.

9. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ДИАПОЗИТИВОВ С ПОМОЩЬЮ ОБЫЧНЫХ ПРОЕКТОРОВ

Главный вопрос, общий для всего стереовидения, это как спрятать изображение для одного глаза от другого (сепарация).

За последние 50 лет были испробованы и взвешены десятки различных способов. Среди них более или менее простые, как, например, метод, предложенный Б. А. Дунаевым (рис. 23), и очень сложные, например сепарация (разделение изображений) при помощи специальных обтюраторных очков (рис. 24). Такие очки синхронно объединены с проекционными аппаратами, заслонки в очках поочередно открываются и закрываются, соответственно тому, изображение для какого глаза в данный момент на экране.

Мы привели в пример две крайности из множества предложенных методов сепарации. Ни один из них не закрепился в практике. Первый из методов вы можете испытать сами, но вряд ли он удовлетворит вас. При рассматривании изображения на экране этим методом вам придется все время оставаться в неподвижном состоянии, кроме того, нужное положение приходится искать довольно долго. В кино все это было бы невозможно уже потому, что любой зритель высокого роста загораживал бы картину от сидящего впереди, а тот, изменив свое положение, уже не видел бы ничего.

Сейчас во всем мире на вооружении в основном два метода проецирования: метод растрового экрана и проецирование при помощи поляризованного света.

О каких же способах можно говорить, имея в виду проецирование в домашних условиях.

Прежде всего коротко о плюсах и минусах каждого из них.

Проецирование стереопарами. Проецировать можно как черно-белые, так и цветные диапозитивы, которые подходят к вашему диапроектору. При помощи двух эпидиаскопов можно проецировать и стереофотографии.

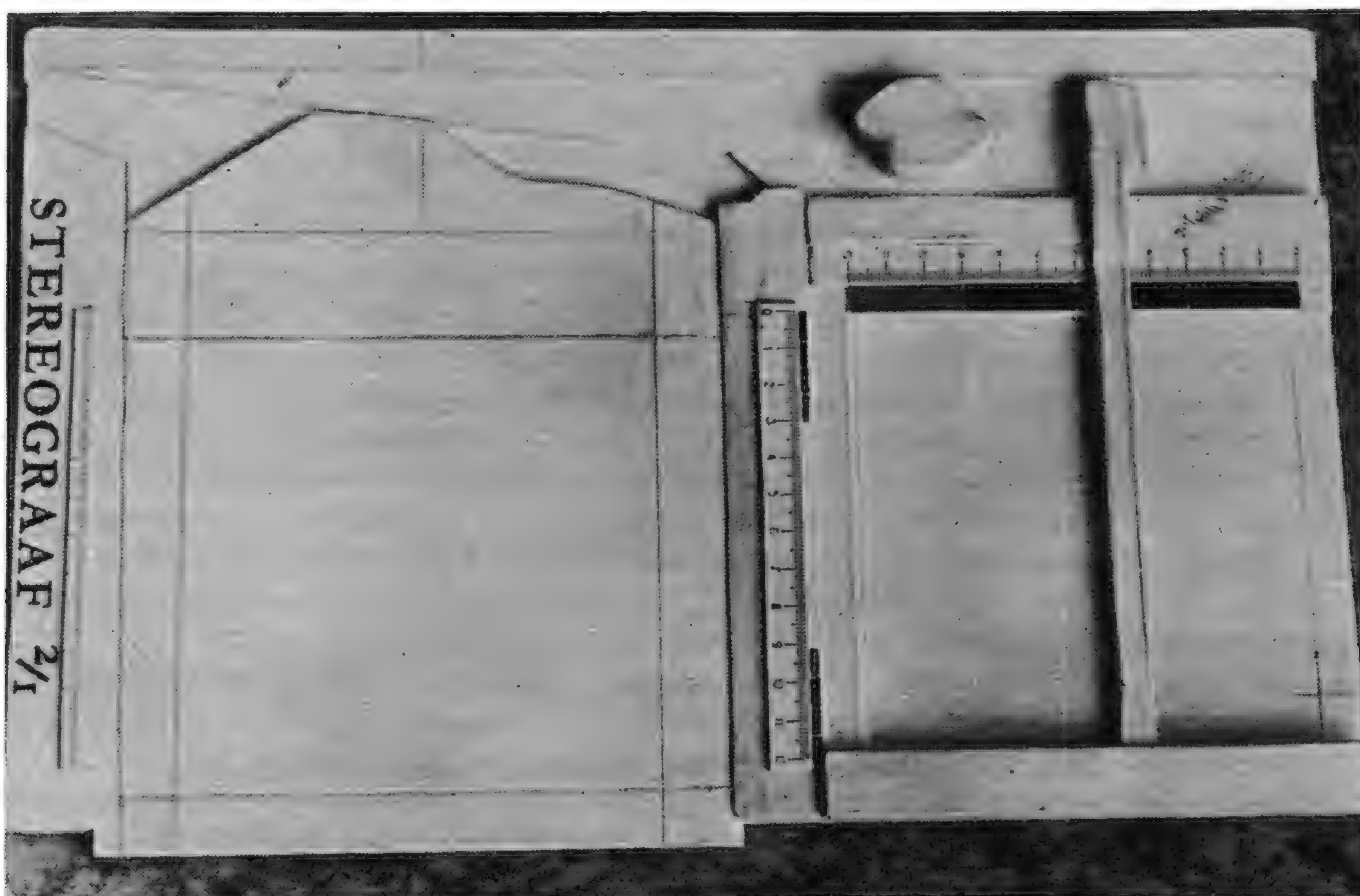


Рис. 22. Стереограф

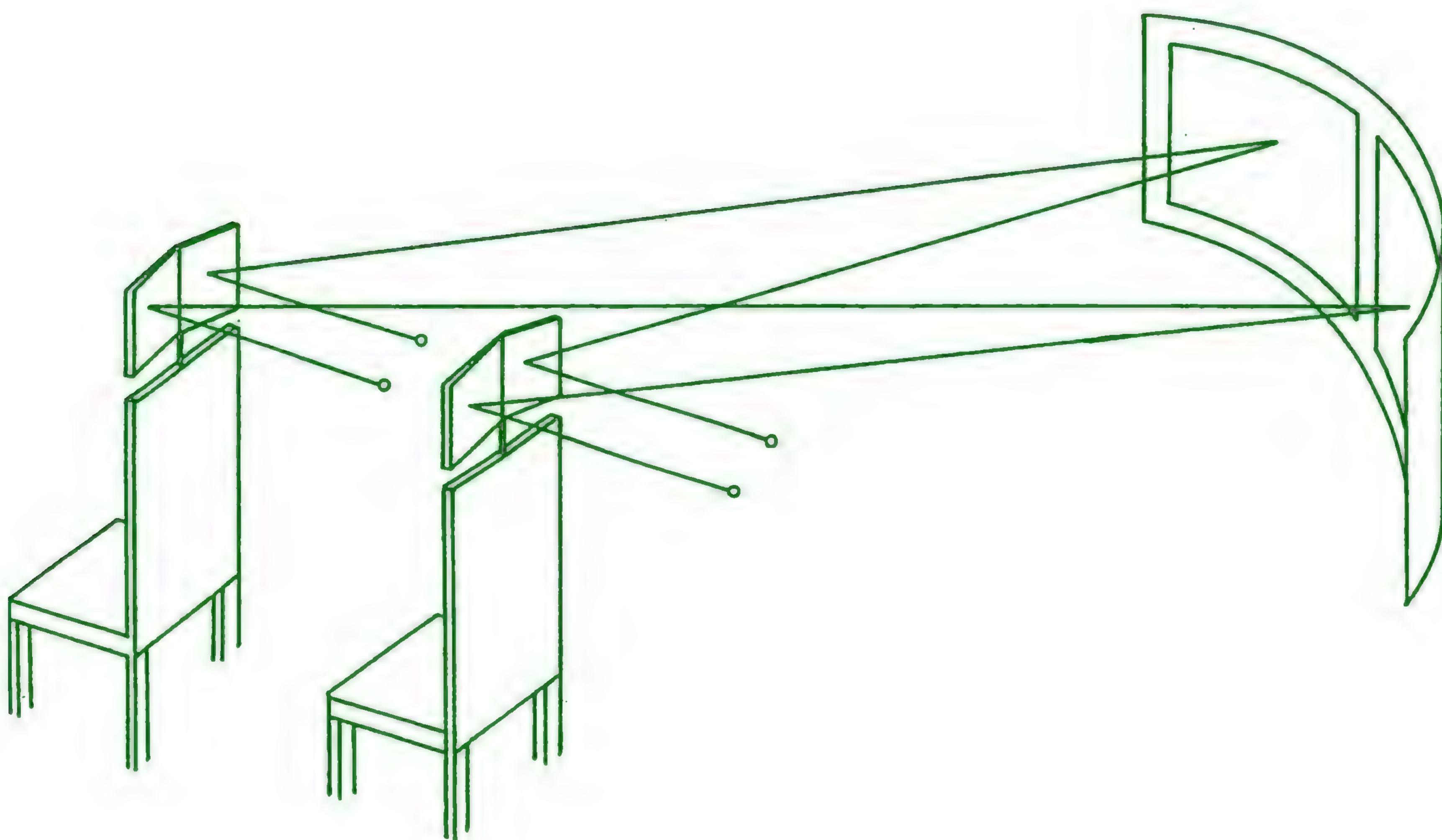


Рис. 23. Метод проецирования при помощи зеркал

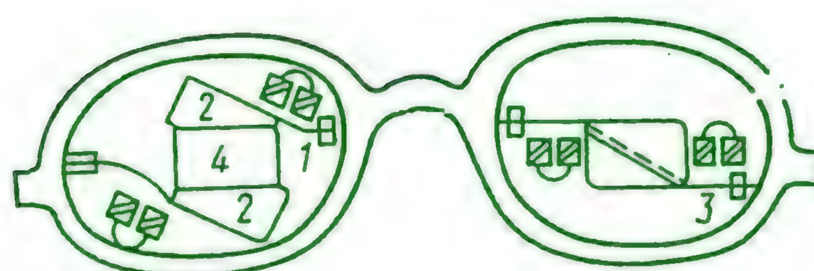


Рис. 24. Обтюраторные очки

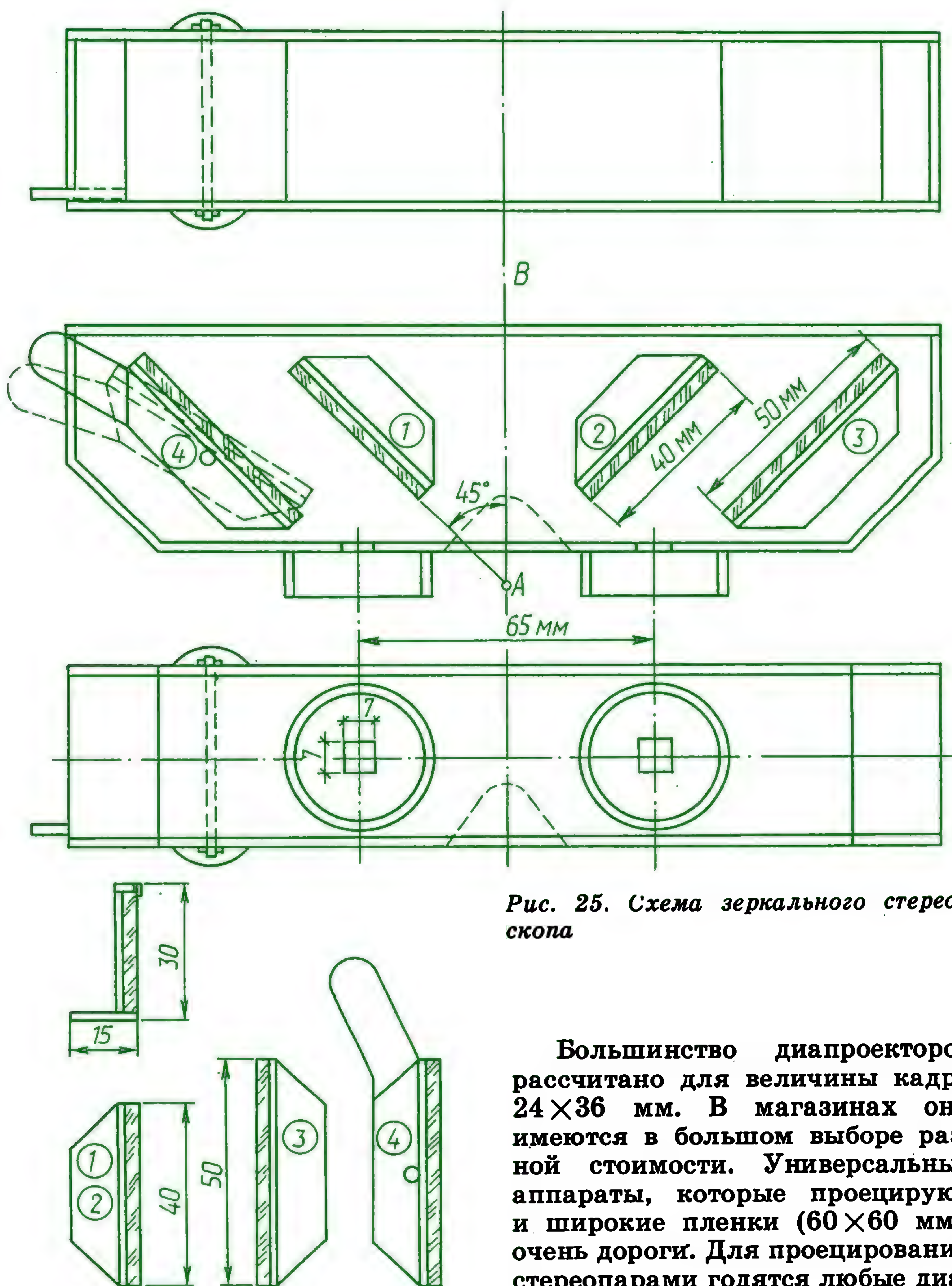


Рис. 25. Схема зеркального стереоскопа

Большинство диапроекторов рассчитано для величины кадра 24×36 мм. В магазинах они имеются в большом выборе разной стоимости. Универсальные аппараты, которые проецируют и широкие пленки (60×60 мм), очень дороги. Для проецирования стереопарами годятся любые диапроекторы.

Проецируют на два экрана или на белую поверхность такого размера, куда поместятся два изображения рядом. При этом надо выполнять те же требования, что и при монтаже стереофотографий: оба изображения должны располагаться на одной высоте, они не должны быть повернуты один по отношению к другому. В отличие от стереофото здесь не очень важно, на каком расстоянии один от другого находятся изображения.

Для рассматривания проецированных стереопар обязателен стереоскоп — призменный или зеркальный. Поскольку зеркальное стекло достать несравненно легче, чем призмы, ниже пойдет речь только об изготовлении зеркального стереоскопа.

Зеркальный стереоскоп. Понадобятся те же средства, что и при изготовлении линзового стереоскопа, кроме луп часовщика. Вместо них нужны два тонких зеркала размером 30×40 мм и два зеркала 30×50 мм. Еще нужна миллиметровая бумага и точный треугольник. (Схема стереоскопа показана на рис. 25).

Прежде всего необходимо закрепить зеркала на основаниях. Для этого приклейте держатели (упоры) на пластину основания. От точности приклеивания зависит, получится у вас стереоскоп или нет. Держатели должны находиться с основанием точно под прямым углом. Если вы неправильно измерили прямой угол, то потом придется подпиливать основания, а зеркало *4* устанавливать заново.

Чтобы зеркала держались на основаниях, вклейте в края зеркал узкие пластмассовые полоски, как это показано на рисунке. Выступающую часть зеркала *4* оставьте подлиннее, лишнее потом можно будет спилить. Начертите на миллиметровой бумаге чертеж стереоскопа в масштабе 1:1 и переведите его путем булавочных проколов на пластмассу. Отметьте на пластмассе черным фломастером отрезок АБ. Приклейте на место зеркала *1* и *2* и дайте клею высохнуть, чтобы зеркала не сдвинулись с места.

Если у вас есть постоянное место, куда вы впредь будете проецировать снимки, то повесьте туда оба экрана или пометьте там положение кадров. Отойдите от экранов на нужное расстояние. Поместите отрезок АБ между экранами и установите на основании зеркало *3* так, чтобы правый экран оказался по центру отрезка АВ, если смотреть на зеркальное отражение экрана правым глазом. Вот теперь можете приклеить зеркало *3* на основание.

Последнее зеркало не приклеивают, но ему нужно найти точное положение. Определите его на место, указанное на рисунке, и разворачивайте до тех пор, пока оба изображения экранов на зеркалах совместятся. Отметьте положение для зеркала. Просверлите в основании отверстия в том месте, где у зеркала опора. Позже через эти отверстия нужно будет пропустить стержень, сделанный из тонкого болта или гвоздя, на котором зеркало *4* будет поворачиваться.

Теперь вырежьте боковые грани и крышку стереоскопа и приклейте их на место.

Для облегчения рассматривания на смотровые отверстия можно приклеить из картона или пластмассы трубочки длиной приблизительно 2 см, диаметром 25—35 мм.

Через такой стереоскоп можно рассматривать спроецированные стереопары в любом увеличении. Расстояние не имеет значения.

Проецирование при помощи цветных фильтров. Возможны два метода: аддитивный и субтрактивный. Аддитивный метод прост, при помощи фильтров проецируются обычные черно-белые диапозитивы. Субтрактивный метод несколько усложнен изготовлением диапозитивов. Для рассматривания пользуются красно-зелеными очками-фильтрами. Проецируют на один экран. При субтрактивном методе достаточно и одного проектора. Изображение на экране получают черно-белым. Для аддитивного метода проекторы должны быть довольно мощными.

Аддитивный метод — это метод суммирования. Черно-белый тон изображения получается от аддитивного суммирования цветов светофильтров.

Снимки проецируются на экран один на другой. Оба изображения на экране должны быть на одной высоте.

Стереопары черно-белых диапозитивов можно окрашивать так, как вы красили фильтры при изготовлении цветных анаглифов (одного в зеленый, другого в красный цвет). Еще проще красный и зеленый фильтры установить перед объективами проекторов.

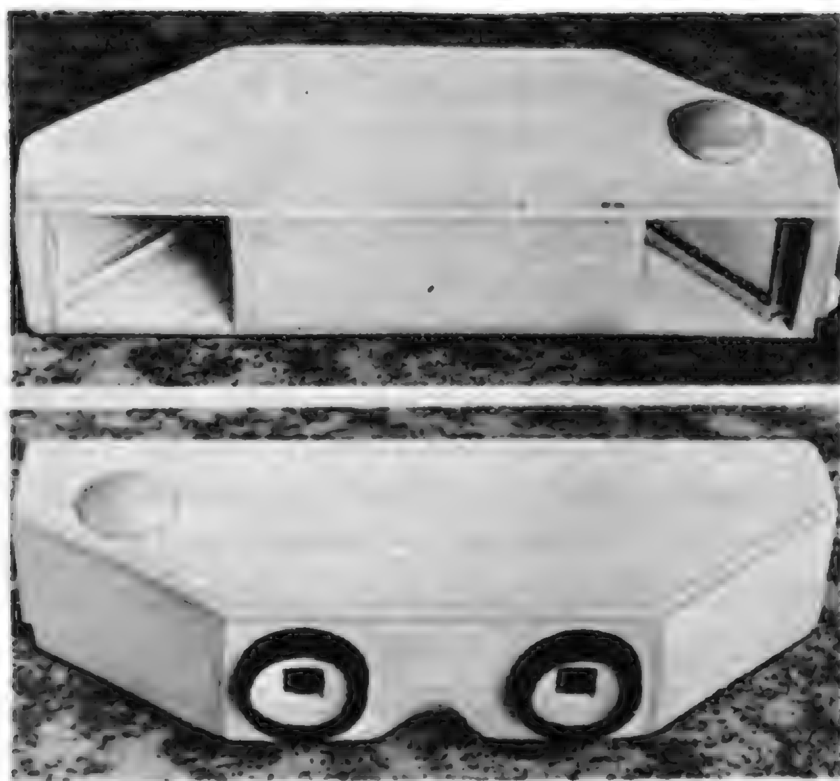


Рис. 26. Зеркальный стереоскоп

Разделение изображений происходит следующим образом.

Когда мы смотрим темное изображение на зеленом фоне через красный фильтр, зеленый фон становится настолько темным, что сливается с изображением, а через зеленый фильтр мы видим изображение ясно, оно контрастирует с фоном.

Из другого проектора на экран проецируется также темное изображение с красным фоном, которое мы видим через красный фильтр и не видим через зеленый. Вследствие этого изображение, предназначенное для одного глаза, мы должны проецировать через зеленый фильтр, для другого глаза — через красный фильтр.

Каждый глаз видит один из окрашенных фонов темным, поэтому совмещенное изображение получается на весьма темном фоне. Если вы использовали те же фильтры и очки, что и при печатании цветных анаглифов, то проектор ваш должен быть с более мощным освещением.

Вместо зелено-красных пар фильтров можете пользоваться и сине-красными и сине-желтыми.

Нужный уровень затемненности фильтров можно установить опытным путем. Для этого заготовьте их побольше и разной плотности, пока не найдете такую комбинацию, которая бы наиболее подходила для вашего проекционного аппарата.

Субтрактивный метод. Это — метод вычитания. Черно-белое изображение образуется не суммированием, как при аддитивном методе, а вычитанием цветов.

Субтрактивный метод дает в итоге совмещенное изображение с высокой степенью контрастности, так как фон на обоих изображениях оба глаза видят светлым — на черно-белых изображениях окрашивается не фон, а сами изображения. По существу, это тот же метод, которым вы делали цветные анаглифы в альбоме. Только теперь надо сделать изображение цветным прямо на диапозитиве.

Осуществить это можно несколькими способами.

Возможно, проще всего перевести отпечаток с черно-белого негатива на обратимой цветной пленке через фильтры. Через зеленый фильтр вы получите зеленое изображение, через красный — красное.

При изготовлении контактных отпечатков фильтры лучше класть не между негативом и пленкой, а направить через них свет, который вы используете для копирования. Если вы положите фильтр под

негатив, то потом на позитиве будут видны малейшие дефекты фильтра, вплоть до отпечатков пальцев на нем.

Очень удобно печатать при помощи диарепродукционной установки ДРУ-2. Приспособление это используется вместе с фотоаппаратом «Зенит». Копировка на пленку размером 24×36 мм возможна с негативов любого размера. При печатании фильтры надо класть опять-таки не под негатив, а в гнездо для фильтров или помещать перед объективом фотоаппарата.

Можно еще сделать сначала черно-белый диапозитив и потом выкрасить его фотохимическим путем.

Для этого диапозитив надо высветлить в следующем растворе:

Дистиллированная вода	500 мл
Сернокислая медь	50 г
Бромистый калий	1,5 г
Уксус (30 %-ный)	10 мл

Температура раствора должна быть 18—20°, держат в нем диапозитив 2—2,5 мин, пока изображение полностью не исчезнет. После этого диапозитив промывают проточной водой, пока не исчезнет желтоватый фон, и закрепляют в растворе:

Тиосульфат натрия	50 г
Калий двухромовокислый	10 г
Вода	50 мл

После закрепления снова промывают проточной водой 25—30 мин, сушат.

Каждый диапозитив стереопары тонируется отдельно.

Красный оттенок

Дистиллированная вода	500 мл
Ярко-красный (кислотный) краситель «Брильянтлана-фуксин»	5 г
Оранж (кислотный) светостойкий АТ	2—10 г
Уксус (30 %-ный)	5 мл

Синий оттенок

Дистиллированная вода	500 мл
Ярко-синий (кислотный)	2,5 г
Уксус (30 %-ный)	1,5 мл

Перечисленные красители используются и для окраски шерстяных тканей.

После тонирования диапозитивы промывают в проточной воде, пока самые светлые участки не станут бесцветными.

Диапозитивы с цветным изображением можно монтировать в одну рамку, сложив их один на другой, и проецировать при помощи одного проектора. В этом случае целесообразно второй из диапозитивов напечатать через основу, положив его при печати эмульсионным слоем вниз. Это позволит вставлять в рамку диапозитивы эмульсионными слоями один к другому без опасения, что эмульсия поцарапается. Да и резкость обоих изображений при проекции будет одинаковой.

Проецирование при помощи поляризованного света. Мы знаем, что световые лучи распространяются волнами. В обычных условиях эти волны расходятся во все стороны. Но существуют кристаллы, например турмалин и исландский шпат, проходя через которые,

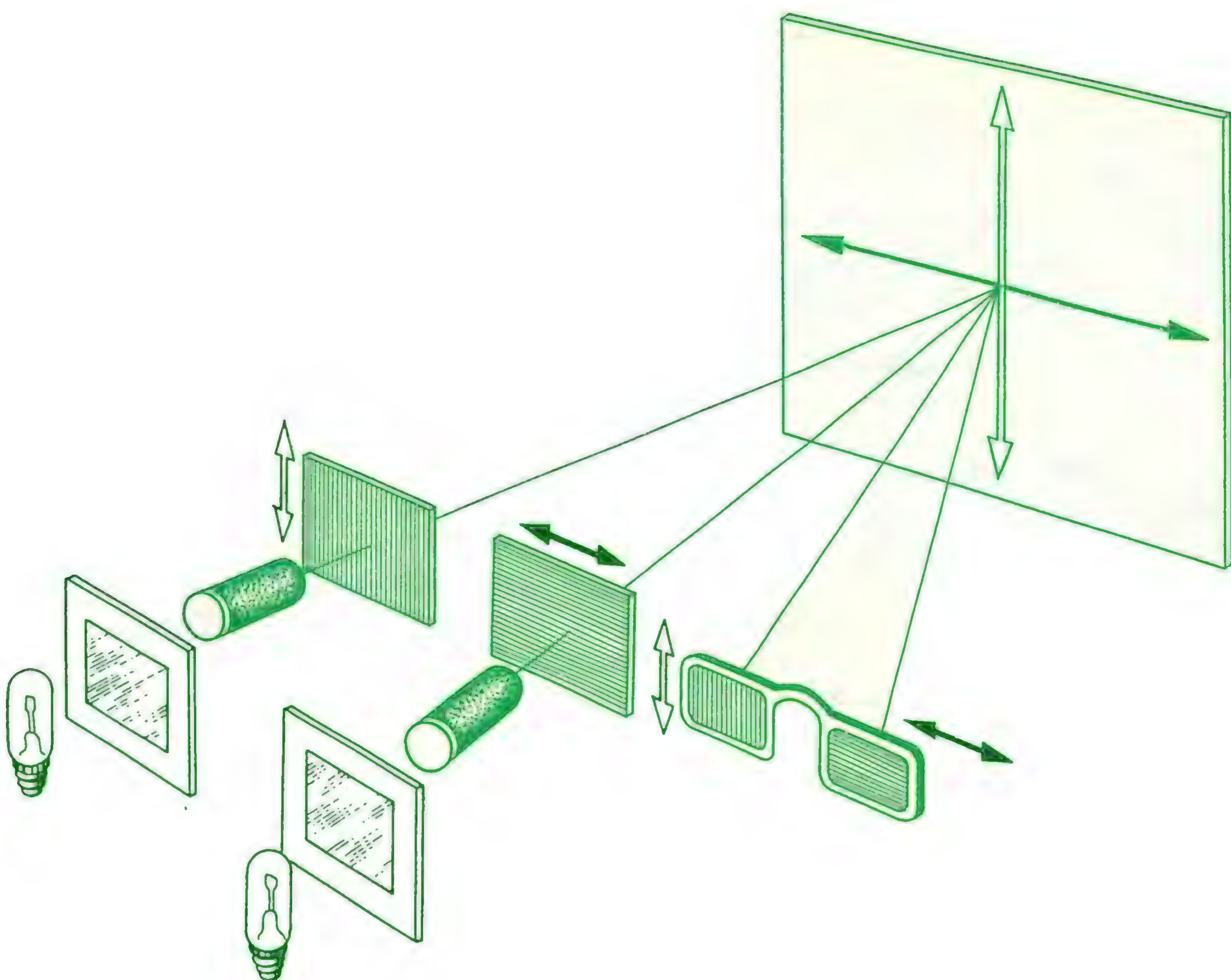


Рис. 27. Схема стереопроекции поляризационным способом

частицы света станут колебаться лишь в одном определенном направлении, или другими словами, свет поляризуется.

Такими же свойствами обладают и кристаллы коллоидной смеси йода и хинина. Используя их, делают поляризационные фильтры или поляроиды.

Световой луч, прошедший через поляроид, может пройти через второй поляроид только в том случае, если их поляризационные направления одинаковы, или отличаются незначительно. Если же один поляроид повернуть по отношению к другому крест-накрест (90°), то свет, выйдя из первого фильтра, через второй фильтр уже не пройдет. Это-то и дает возможность скрыть от одного глаза изображение, предназначенное для другого глаза.

Посмотрите на рисунок 27.

Перед одним из проекторов фильтр ставится так, чтобы он поляризовал свет в горизонтальном направлении, перед вторым так, чтобы свет поляризовался вертикально. Подобным образом ориентируют и очки. Такой прием называется *L*-поляризацией. Возможна и *V*-поляризация, тоже симметричное направление поляризации в проекторе и в очках, но под углом 45° к вертикали (используется в стереокино).

Через очки мы увидим уже отраженный экраном свет. Обыкновенный экран превращает поляризованный свет вновь в обыкновенный (деполяризация), поэтому в стереокино используют экраны с алюминиевым покрытием. Дома достаточно и того, что вы два раза покроете экран алюминиевой краской, которая употребляется для окраски

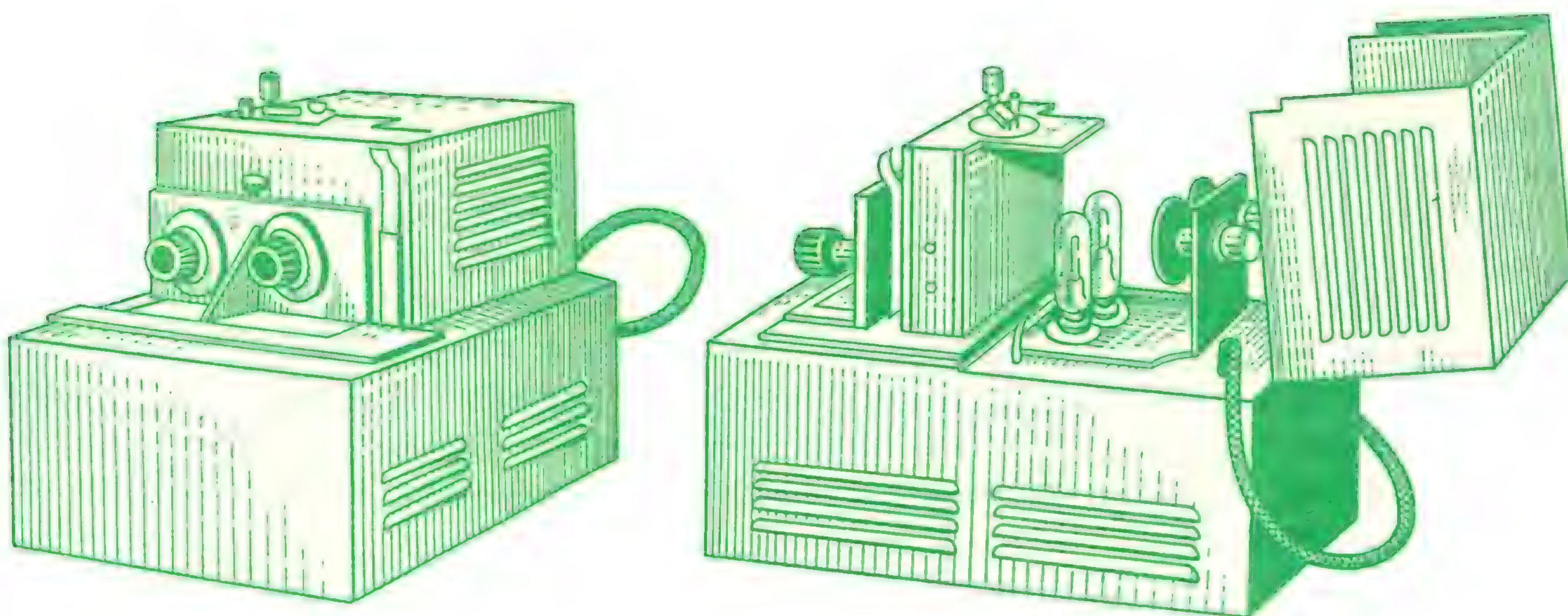


Рис. 28. Стереопроектор НИКФИ

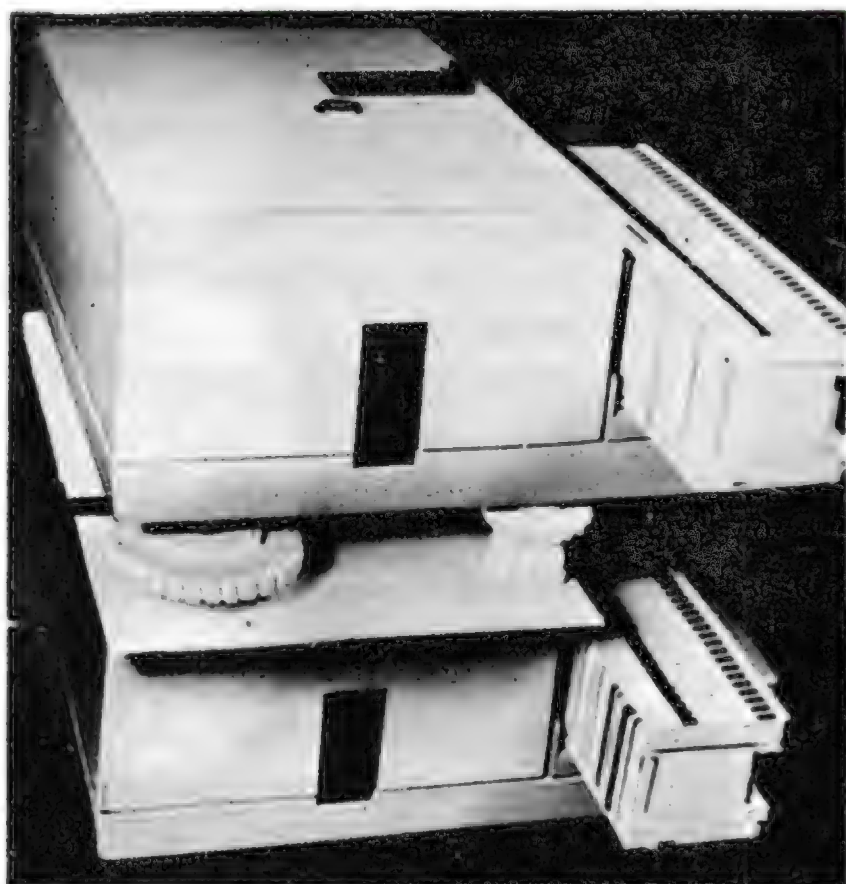


Рис. 29. Соединенные стереопроекторы «Свитязь»

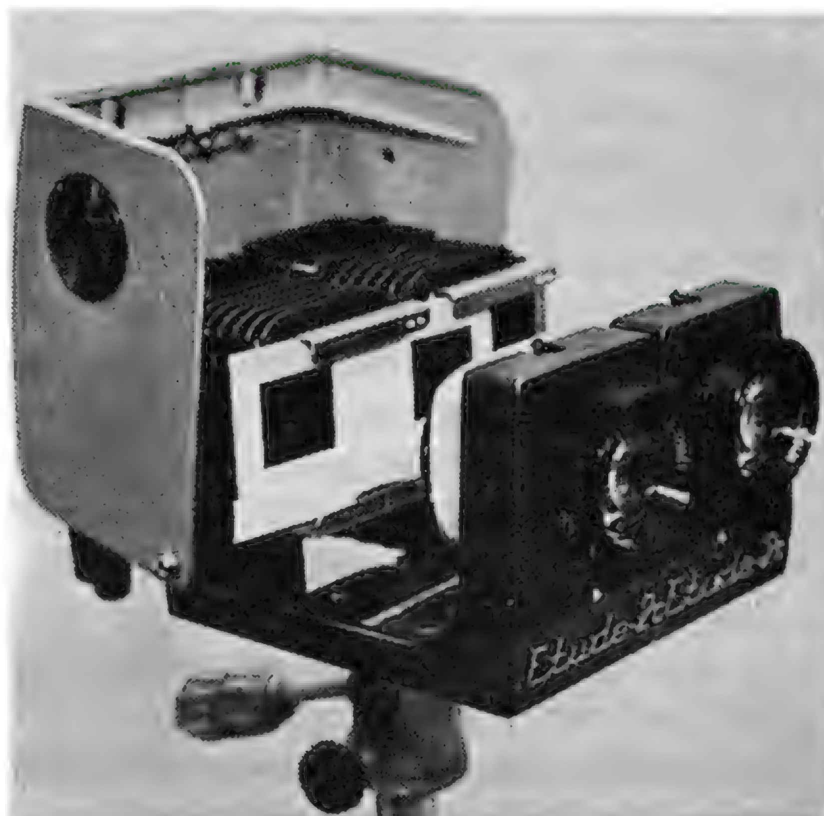


Рис. 30. Стереопроектор, изготовленный из двух «Этюдов»

железных печей, отремонтированных моторов и т. д. (Ее выпускает «Латвбытхим»; в комплект входят лак и алюминиевый порошок, которого хватает примерно на 0,7 м^2). Бывает в продаже и серебристая краска в аэрозольных баллончиках, что предназначена для окраски автомобильных колес, поэтому искать ее надо в магазинах, где продается автокосметика. Красить надо аккуратно, ровным слоем — валиком или при помощи компрессора.

10. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОЛЯРОИДОВ

В магазинах фототоваров продаются (правда, крайне редко) поляризационные фильтры для фотоаппаратов. Они выпускаются различных размеров (соответственно производимым в СССР фотообъективам). Поляроиды имеют круглую металлическую рамку и расположены

между двумя просветленными стеклами. Они применяются для устранения бликов с фотографируемых объектов, при съемках через стекло или водную поверхность. С помощью поляризационного фильтра можно также уменьшить яркость неба и отрегулировать контрастность снимаемых объектов. Фильтр пропускает 40 % падающего на него света.

Конечно, если только возможно, используйте для проецирования фильтры, купленные в магазине. Их качество проверено оптическими приборами, да и просветленное стекло обусловливает их преимущество перед самодельными. Но изготовление из таких фильтров даже небольшой партии очков обойдется слишком дорого. Да и редко бывают они в магазинах.

Изготовление поляроидной пленки, пригодной для очков-фильтров, в лабораториях или промышленных условиях — дело не только не дорогое, но и не сложное. Себестоимость фильтров для одной пары очков не превышает десяти копеек. Но в продаже такой пленки нет (хотя она и изготавливается промышленностью для циферблатов электронных часов, вычислительных машин и так далее). Причина, вероятно, в отсутствии спроса. Стереофотографией (а тем более стереопроецированием) занимаются ведь очень немногие. Отсутствует специальная литература, нет стереопринадлежностей — стереоскопов, монтажных приспособлений, стереографов, насадок, стереофотоаппаратов, фильтров и так далее. А может нет опять-таки из-за отсутствия спроса. Авторы надеются, что после выхода книги круг стереофотолюбителей расширится.

Изготовление поляроидной пленки в домашних условиях немного хлопотно, но не так уж сложно, особенно если воспользоваться технологией студента Тартуского Госуниверситета М. Страндберга. По его методу можно делать поляроиды, ничем не уступающие промышленным образцам, а в чем-то даже превосходящие их, поскольку поляроидные пленки, выпускаемые заводами, для стереопроецирования не предназначены.

Процесс изготовления поляроидной пленки состоит из двух этапов: изготовления пленки-сырца и обработки пленки с целью ее поляризации.

Для пленки-сырца необходимы:

1. Поливиниловый спирт — 72 г
2. Йодистый калий — 70 мл 2 %-ного раствора
3. Иод кристаллический — 5г
4. Гладкое стекло

Пленку поляризуют, обрабатывая ее кристаллическим йодом.

Еще вам понадобятся дистиллированная вода, тонкие стекла, между которыми вклеивается готовая пленка, акриловый клей (или бальзамин, нитроцеллюлозный или другой бесцветный нитроклей или лак), чайник, тонкий резиновый шланг, стеклянная трубочка (например, от таблеток с отрезанным дном), ведро (или большая кастрюля, из которой можно сделать пропарочную камеру), деревянная рамка для растягивания пленки, пенопласт — крышка для пропарочной камеры, пробки, скрепки (или бельевые зажимы).

Поливиниловый спирт, йодистый калий и кристаллический йод можно купить в магазине химических реактивов. Ни одно из этих трех веществ не является ни дефицитным, ни дорогим.

Тонкие стекла, между которыми вклеиваются готовые поляроиды, можно достать, купив в фотомагазине стеклянные негативы (смывают с них светочувствительный слой горячей водой или раствором едкого натра) или диапозитивные рамки размером 70×70 мм.

Еще до того, как заняться поляроидами, нужно вырезать стекла требуемого размера для очков и проекционных фильтров, чтобы сразу вклеить готовую пленку между стеклами и тем самым уберечь ее от сырости, отпечатков пальцев и пыли. Если вы вклеите пленку между стеклами большего, чем надо, размера, потом двойное стекло уже никак подрезать не удастся.

Изготовление пленки-сырца начните с приготовления раствора поливинилового спирта (ПВС). Для этого нужно 72 г ПВС растворить в одном литре дистиллированной воды, нагретой до 60—70°. ПВС — белое полимерное вещество — сыплют в воду понемногу, постоянно помешивая, пока полностью не растворится. Затем добавляют туда 70 мл 2 %-ного раствора йодистого калия, хорошо перемешивают и фильтруют, например, через капроновый чулок.

Профильтрованный раствор наливают на тщательно очищенное и установленное строго горизонтально стекло с обрамлением по краям, например из пластилина, чтобы раствор не стекал. Раствор наливают на стекло с таким расчетом, чтобы 1 мл покрывал 6 см^2 поверхности. Если нальете больше, пленка получится слишком толстая и будет растягиваться неоднородно.

Следите, чтобы не было воздушных пузырей! Если раствор будет плохо растекаться по стеклу, помогите стеклянной палочкой.

Для защиты от попадания пыли сделайте над стеклом навес, но так, чтобы остался промежуток в несколько сантиметров.

В зависимости от температуры воздуха и его влажности пленка сохнет от нескольких часов до суток. Если стекло было предварительно хорошо очищено, то пленка снимается с него без труда.

Поляроидом пленка становится, если ее покрасить (в данном случае йодом) и растянуть.

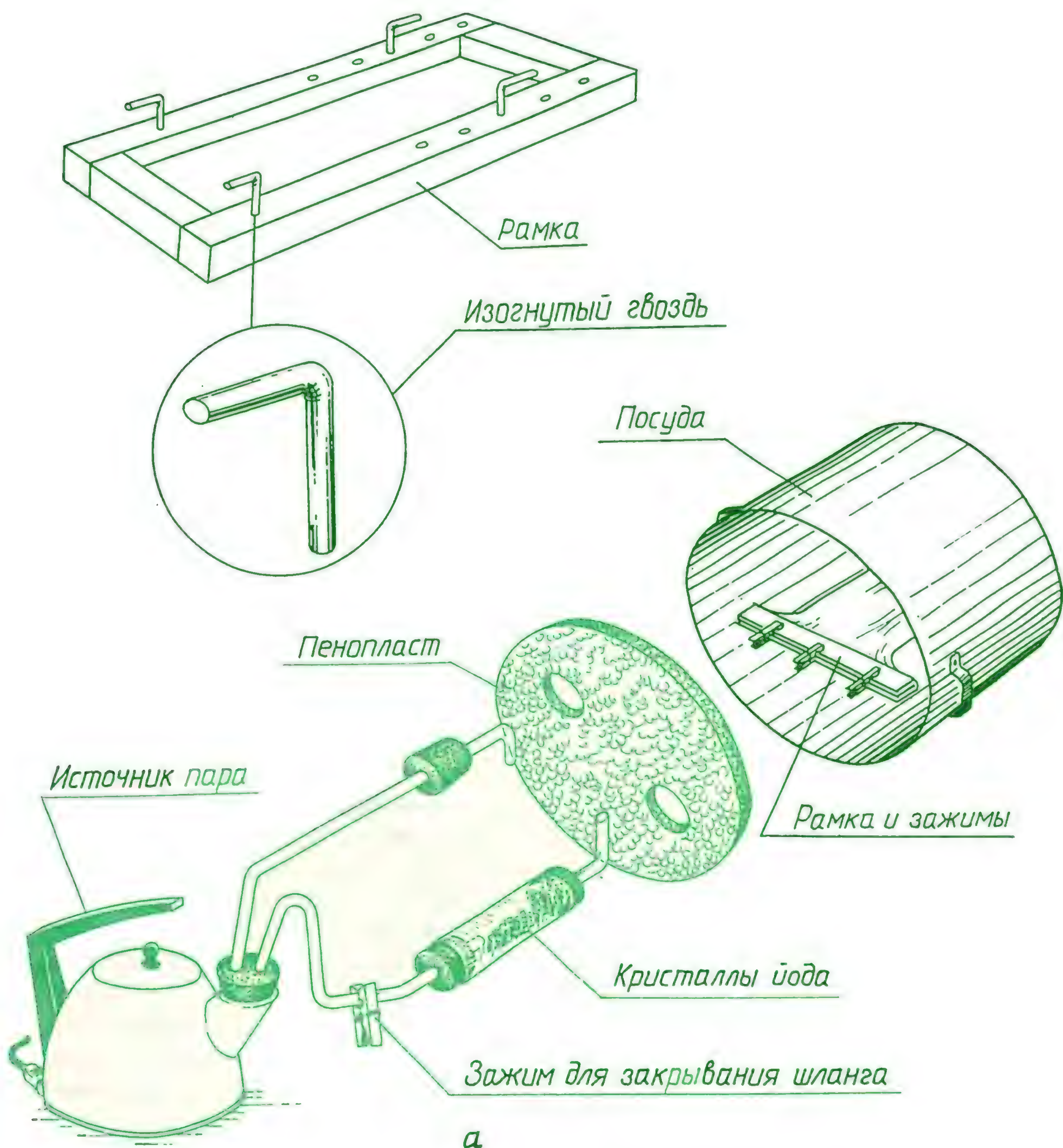
Пленку вытягивают до тех пор пока она не станет длиннее в 2,5—4 раза. Ее ширина при этом становится значительно меньше. Это надо учитывать при определении желаемых размеров поляроидов.

Перед вытягиванием пленку надо размягчить водяным паром и окрасить в парах йода. Но для этого потребуется пропарочная камера (см. рисунок 31 — изготовление и использование всех вспомогательных средств понятно без дополнительного описания).

Во время пропаривания камеру надо время от времени слегка наклонять, чтобы конденсирующаяся вода не капала на пленку. Пары воды и йода пускают в пропарочную камеру одновременно. При 60—70° пленка размягчается за 10 мин и становится под воздействием паров йода желтовато-коричневой.

Затем пленку вынимают из пропарочной камеры и плавно натягивают на рамку. При натягивании цвет пленки меняется на фиолетовый, а затем становится нейтрально-серым. Сушат пленку при комнатной температуре. Рекомендуется использовать при этом вентилятор.

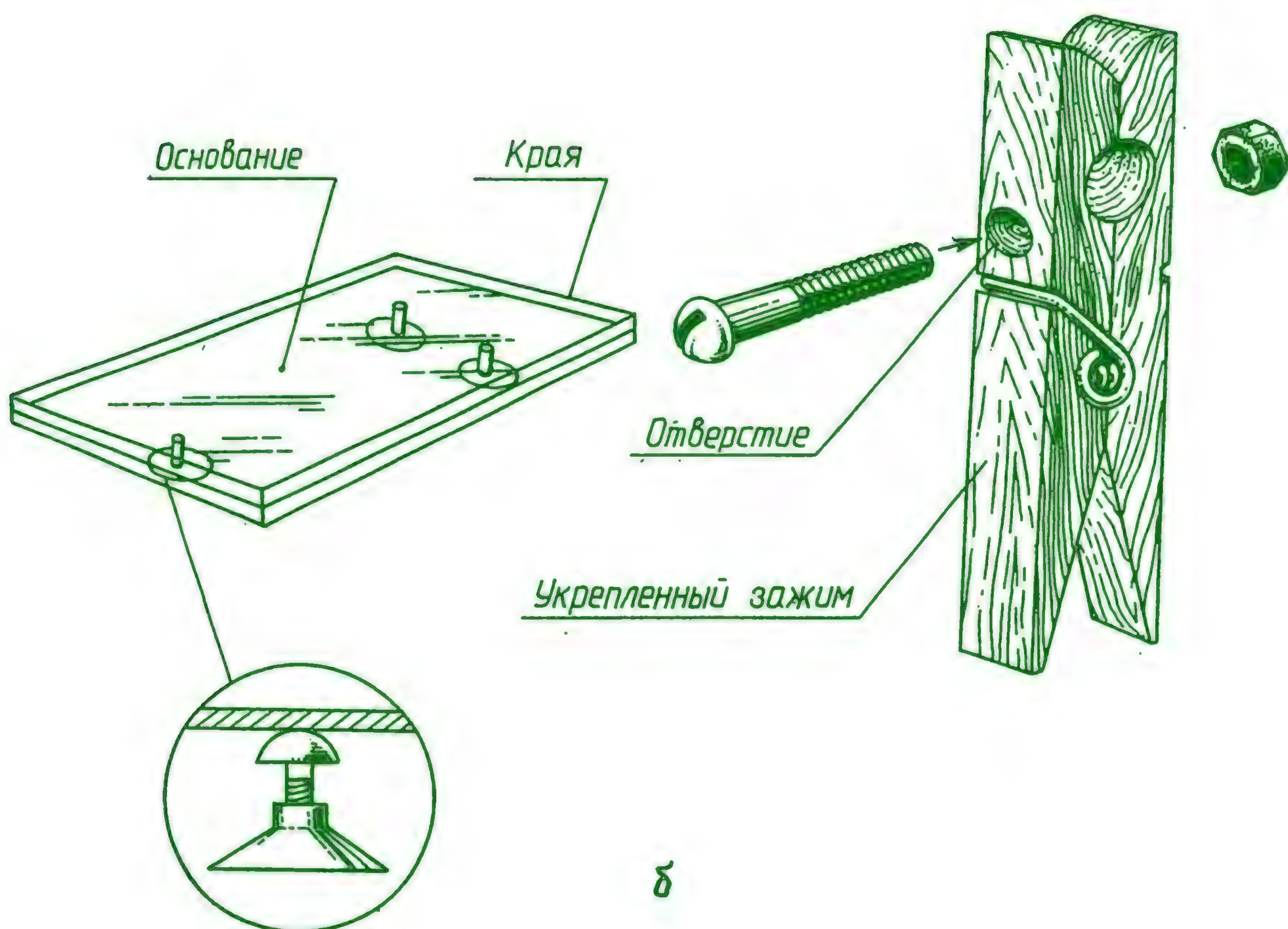
Высушенную пленку нельзя трогать руками, на ней останутся отпечатки пальцев. Желательно вклеивать пленку между стеклами, не снимая ее с рамки. Для этого пленку с обеих сторон покрывают акриловым клеем, бальзамином, нитролаком или растворенным в



а

трихлорэтане оргстеклом и, прежде чем клей или лак высохнут до конца, прижимают к двум стеклам. Если вы дадите клею пересохнуть, между стеклами и поляроидом останутся пузыри воздуха; если вставите пленку между стеклами сразу же после нанесения лака, лак не сможет высохнуть и стекла будут сдвигаться одно по отношению к другому. Можно вставить пленку между стеклами, покрыв клеем только края стекол, чтобы йод не испарился. Но пленка-сырец не совсем гладкая, и при ее использовании в проекционных фильтрах на экране могут возникнуть небольшие искажения. Пленку, используемую для очков-фильтров, можно клеем не покрывать.

Запомните на будущее: для проекционных фильтров надо выбрать в проекторе место, расположенное не слишком близко к главной точке объектива (главная или, так называемая горячая точка — это то место, в котором сходятся световые лучи и изображение «переворачивается»), иначе в центре фильтра довольно скоро появятся белые пятна. Эта точка чаще всего находится перед объективом. Ее



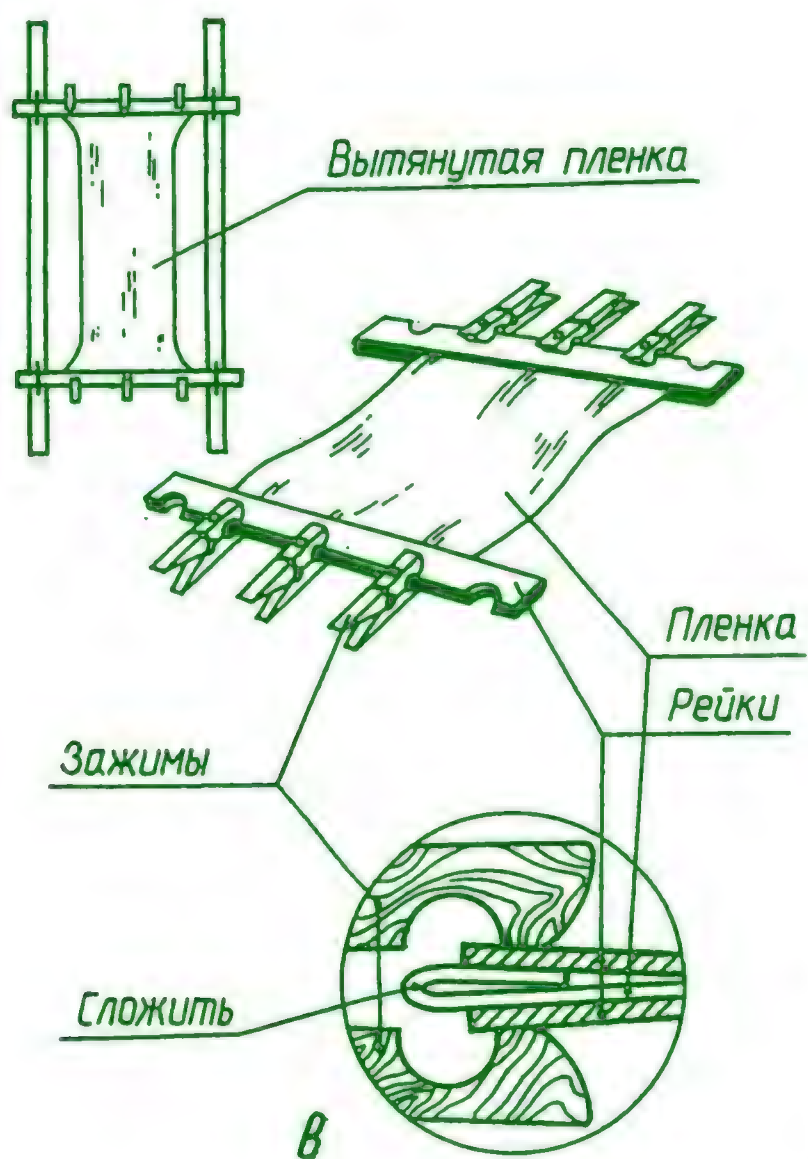


Рис. 31. Вспомогательные средства для изготовления поляроидной пленки

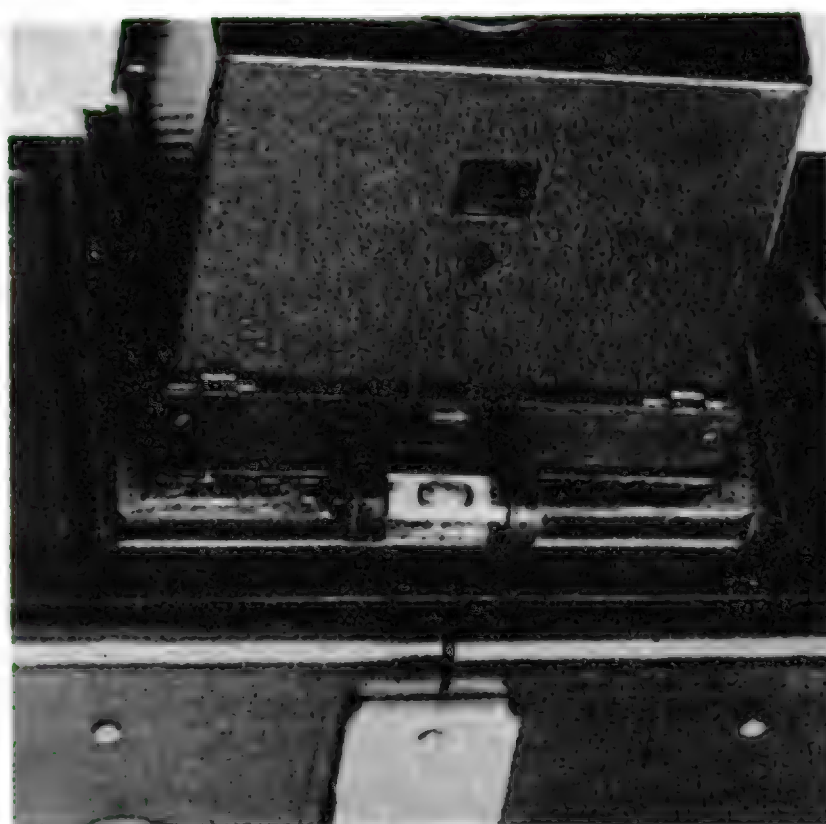


Рис. 32. Закрепление уровня на фотоаппаратах «Спутник» и «Любитель»

легко найти, поместив лист бумаги перед объективом включенного проектора. Помещая лист на разных расстояниях от объектива, можно найти горячую точку.

Поэтому наиболее подходящее место для фильтров не перед объективом, а за ним — между объективом и кадровой рамкой или перед объективом, но подальше от горячей точки.

11. УРОВЕНЬ НА КАМЕРЕ

Наверняка, вы замечали при монтаже стереопар, что иногда один кадр по отношению к другому приходится поднимать — комплект аппаратов во время съемки вы держали наклонно. Но причина может быть и иной. До установки уровня надо это проверить.

Если вы используете комплект из смонтированных на штативе двух аппаратов, то прежде всего, пользуясь обычным ватерпасом, вы должны установить штатив горизонтально и сделать контрольный снимок. Если ошибка повторится (причина может крыться в положении объективов в аппаратах или аппаратов на штативе), нужно корректировать положение второго аппарата до тех пор, пока контрольный снимок не даст желаемого результата. Даже опытным фотографам не всегда удается установить штатив (или специальный стереофотоаппарат) в строго горизонтальное положение. При съемке на негативную пленку проблем не возникает — можно сделать на бумаге 110 %-ное увеличение и обрезать кадры, внося коррективы.

Но съемку на диапозитивную пленку нужно вести обязательно с помощью уровня. И, разумеется, гораздо удобнее будет снимать, если он будет установлен прямо на аппарате. Особенно необходим уровень при последовательной съемке одним аппаратом, потому что возможность ошибки при этом удваивается. Неплохо было бы использовать еще и угломер для определения наклона аппарата вперед или назад. И уровень и угломер можно сделать самому.

Самый хороший уровень — это вынутый из ватерпаса. В ватерпасе обычно имеется 2—4 маленьких уровня. С помощью кусочков пластмассы и шпатлевки очень просто сделать для уровня коробку, которую можно установить на аппарате таким образом, чтобы была возможность, не меняя положения аппарата, смотреть и в видоискатель и на уровень (что очень важно при использовании комплекта аппаратов на ручном штативе). Понятно, что вполне достаточно смонтировать уровень на одном аппарате, ведь в два видоискателя одновременно вы все равно смотреть не сможете. Но если вы часто ведете пейзажную съемку — с общим планом, с большим базисом, двумя аппаратами, каждый из которых на отдельном штативе, то уровни и угломеры должны быть на обоих аппаратах.

Прежде чем делать коробку для уровня, подумайте, нельзя ли на вашем аппарате уровень установить более просто, без коробки. Например, чтобы установить уровень на аппарате «Зенит-Е» в гнездо для вспышки, достаточно гнутого кусочка жести, 4-миллиметровых винта и гайки для крепления уровня к жести. На «Любитель» и «Спутник» уровень можно закрепить под рамкой видоискателя. (На рисунке 33 — фотоаппарат «Спутник», но у «Любителя» рамка точно такая же). Крепежным винтом будет служить задний винт рамки видоискателя.

Закрепленный на аппарате уровень нужно корректировать. Для этого с помощью ватерпаса аппарат устанавливают горизонтально. Теперь проверьте, соответствует ли пузырек воздуха горизонтальному положению в закрепленном на аппарате уровне.

И угломер можете сделать из уровня, потому что важно, не под каким углом аппарат наклонен вперед или назад, а чтобы в момент съемки наклон обоих аппаратов был одинаковый. При наличии двух аппаратов и при большом базисе угломеры и уровни должны быть на каждом аппарате, чтобы можно было сравнивать их положения.

Угломер из уровня сделайте такой, чтобы его собственный наклон можно было легко регулировать. Во время первой съемки аппарат устанавливается в нужное положение, а уровень, используемый как угломер, настраивается на горизонтальное. Теперь достаточно во время второй съемки установить аппарат так, чтобы пузырек воздуха в уровне находился под чертой, обозначающей центр. Наклон аппарата будет точно такой же, как и при первой съемке.

Если пожелаете уровень и угломер изготовить полностью своими руками, проще всего сделать это, используя принцип маятника. Конструкция самодельного уровня очень проста и представляет собой стрелку с грузиком, закрепленную на оси так, что грузик расположен ниже оси, а стрелка указывает вверх. Амплитуда колебаний стрелки не должна быть очень большой, достаточно, если она будет отклоняться на 20°. На оси вращения стрелки можно установить подшипники, сделанные, например, из металлического сердечника шариковой ручки.

Ось стрелки должна располагаться как можно ниже — чем длиннее верхний конец стрелки, тем точнее будет уровень. Если вы хотите использовать уровень на аппарате «Любитель», рекомендуем верхний край и крышку коробки уровня сделать из органического стекла (можно для этого использовать прозрачную коробочку от запонок, часов или колец), чтобы стрелку было видно и сверху, и сзади. Тогда вы будете видеть показания стрелки независимо от того, какой способ визирования в данный момент используете. Чтобы острие стрелки лучше просматривалось сверху, на него можно прикрепить маленький светлый шарик, например из шпатлевки.

По такому же принципу можно сделать и угломер. Но его стрелка должна поворачиваться на 60—90°.

В магазинах хозяйственных и скобяных товаров продаются угломеры УБ-Хл4 с круглой шкалой диаметром 75 мм. Если лишнее спилить, можно использовать его на аппаратах разных типов и как уровень (рис. 33).

12. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕННЫХ ОБЪЕКТИВОВ

До сих пор все серийно выпускаемые стереофотоаппараты имели нормальные объективы и не были приспособлены для использования сменных объективов. И не без причины. Это, прежде всего, усложняло бы конструкцию стереофотоаппаратов. Сейчас настройка объективов и открывание шторок синхронизируются с помощью системы рычагов. При использовании сменных объективов таким устройством уже не обойтись. Они должны быть сконструированы специально для данного аппарата, иначе их синхронная настройка невозможна.



Рис. 33. Уровень из угломера УБ-Хл4 на «Спутнике»

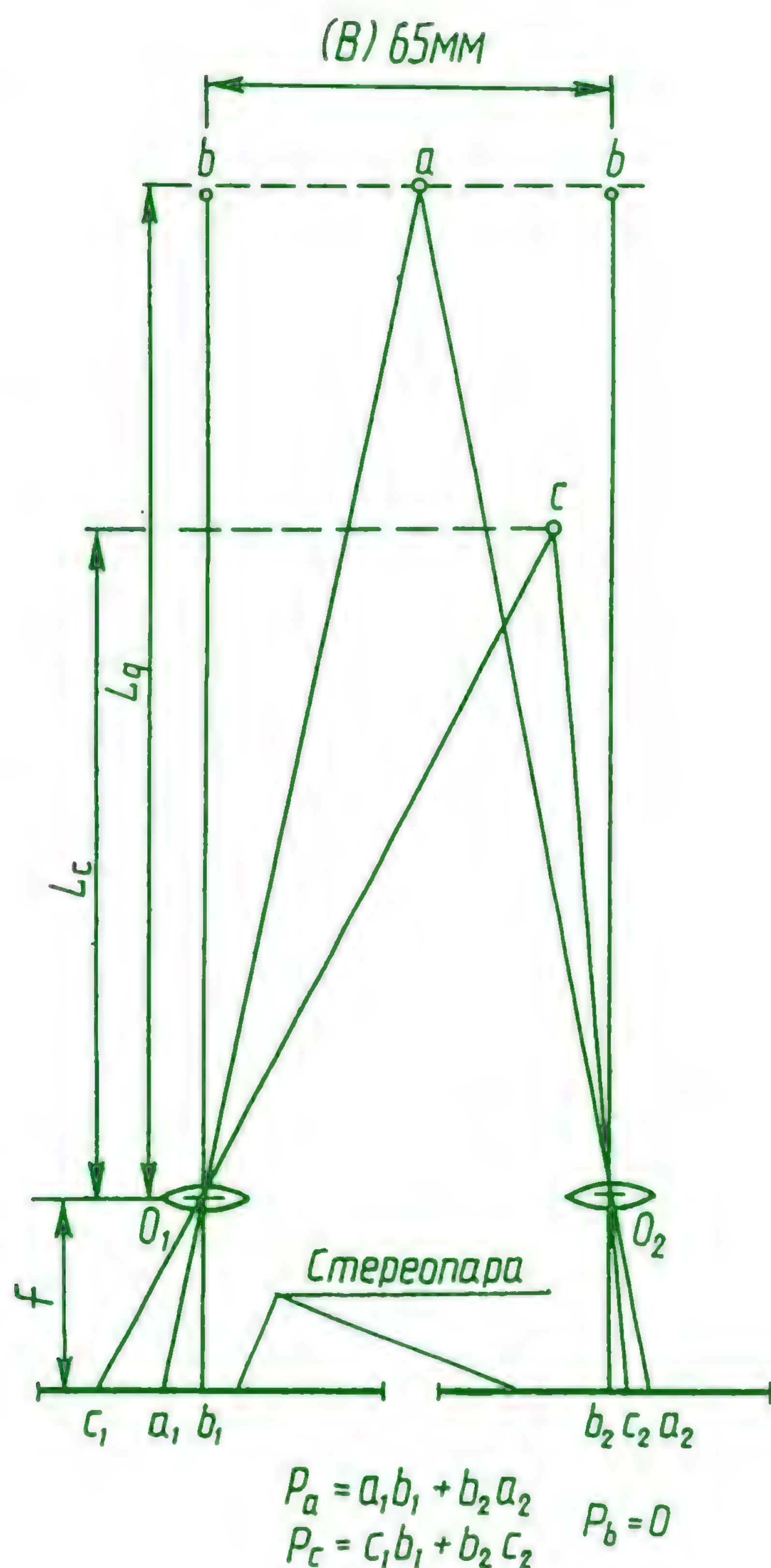


Рис. 34. Схема, объясняющая возникновение параллаксов при фотографировании объектов на разном расстоянии от фотоаппаратов

Важнее, однако, что для стереофотоаппаратов с постоянным базисом сменные объективы практически не нужны. Во всяком случае, отдача не окупит рост стоимости, неизбежно сопутствующий усложнению конструкции. Другое дело, если помимо сменных объективов можно в достаточно широких пределах менять и стереобазис (что и обеспечивается в стереофотоаппаратах более совершенной конструкции. Но таких очень мало. Они выпускаются для специальных съемок, например стереографических измерений, и очень дороги).

И все же при стереосъемке телеобъективы можно использовать в тех же целях, что и при обычной,— чтобы отдаленный объект казался на пленке достаточно большим.

Элементарная логика вроде бы подсказывает, что с точки зрения стереоэффекта не имеет существенного значения, каково фокусное расстояние используемого объектива — пространственное восприятие ведь зависит от того, с каким базисом ведется съемка...

Так-то, так. Стереоэффект зависит от параллакса на пленке, а параллакс — от базиса. Но не только от базиса!

Чтобы грамотно использовать возможности стереосъемки, нужно немного познакомиться с теорией. Посмотрим прежде всего, как вообще возникает параллакс при стереофотографировании.

На рисунке 34 схематически изображена съемка трех точек. Точки *a* и *c* находятся на определенном расстоянии от объективов, точка *b* в бесконечности, причем точка *a* расположена между оптическими осями объективов, а точка *c* — на краю кадрового поля.

Точка *b* в бесконечности изображена на оптической оси объективов, расстояние между идентичными точками равно стереобазису, в данном случае — 65 мм. Но если бы эта точка находилась в любом другом месте, например на краю кадрового поля, расстояние идентичных точек ее проекции на стереопаре все равно не изменилось бы. В любом случае они остались бы на расстоянии 65 мм одна от другой.

Если направления съемки обоих объективов параллельны, то идентичные точки изображений объектов, находящихся в бесконечности, имеют параллакс, равный нулю. (Если вы встретите, к примеру, выражение «параллакс бесконечности равен 65 мм», то это значит, что расстояние между возникающими на стереопаре идентичными точками бесконечно удаленных изображений равно 65 мм...).

Попробуем теперь посмотреть, каков параллакс точки *a* на негативе и как он зависит от стереобазиса, а также от расстояния до снимаемого объекта и фокусного расстояния объективов.

Расстояние до снимаемого объекта — L

Стереобазис — B

Фокусное расстояние объективов — f

Параллакс — P

Та точка объектива, где лучи света «переворачиваются» (главный фокус объектива), обозначена буквой O.

Как видите, между плоскостью объекта (объектом здесь является точка *a*) и плоскостью пленки возникли подобные треугольники с общей точкой в главном фокусе объектива. Вспомним школьную тригонометрию... Там говорится, что отрезок b_1O_1 во столько же раз короче отрезка O_1b, во сколько отрезок a_1b_1 короче отрезка ba.

Поскольку a_1b_1 это сдвиг точки *a* на одной стороне стереопары (обозначим его буквой P), b_1O_1 — фокусное расстояние объектива, O_1b — расстояние съемки и ba — половина стереобазиса, то можно записать, что:

$$\frac{f}{L} = \frac{P}{0{,}5B}, \text{ или } P = \frac{f \cdot 0{,}5B}{L}.$$

Такой же сдвиг возникает на второй половине стереопары, следовательно, фактически весь параллакс будет вдвое больше, то есть

$$P = \frac{f \cdot B}{L}.$$

По второй формуле мы можем вычислить любой из четырех компонентов, если известны остальные три.

Та же формула действительна и по отношению к тем точкам, которые во время съемки не находились между оптическими осями объективов. Взяв за основную точку *c*, можно получить две другие пары подобных треугольников, только с той разницей, что сдвиг на одной половине стереопары будет больше, чем на другой. Немножко подумайте, и вы поймете, что формула полностью справедлива и для этой точки.

Таким образом, параллакс на пленке определяется не только **стереобазисом,** но и **расстоянием съемки,** а также **фокусным расстоянием объективов.**

Предположим, что телеобъектив дает такой же эффект, как и простое увеличение. Практически это так и есть. Ясно, что при достаточно большом увеличении становятся заметными и те крохотные параллаксы, которые разрешающая способность глаза на пленке не улавливает.

Можно делать все на глаз, а можно опять же обратиться к формуле:

$$P = \frac{B \cdot f}{L}.$$

Отсюда вытекает:

1. Чем больше базис и фокусное расстояние при неизменном расстоянии до объекта, тем больше параллакс на пленке.

2. Чтобы получить (при съемке с одного и того же расстояния) на пленке тот же параллакс, что и нормальным объективом (f обычно около 50 мм), при использовании широкоугольного объектива (f = 20—38 мм) базис надо увеличивать, а при использовании телеобъектива (f = 80—1000 мм) — уменьшать. Съемки с малых расстояний и макросъемку гораздо целесообразнее вести широкоугольным или нормальным объективом, используя промежуточные кольца.

Посмотрим теперь, как следовало бы снимать нормальным и телеобъективом, чтобы получить на пленке одинаковый параллакс.

Предположим, что вы снимаете нормальным объективом (f = 50 мм) какой-то объект с ближайшего из разрешенных таблицей базисов расстояния — 3,25 м базисом 65 мм.

Поскольку $P = \frac{B \cdot f}{L}$, то в данном случае $P = \frac{65 \text{ мм} \cdot 50 \text{ мм}}{3250 \text{ мм}} = 1$ мм.

С какого расстояния надо фотографировать объективом, скажем, с 300-миллиметровым фокусным расстоянием, чтобы получить на пленке параллакс в 1 мм?

$$1 \text{ мм} = \frac{65 \text{ мм} \cdot 300 \text{ мм}}{L}; \; L = 65 \cdot 300 = 19\,500 \text{ мм} = 19{,}5 \text{ м}.$$

Можно ли из этого сделать вывод, что, снимая 300-миллиметровым телеобъективом, мы с расстояния 19,5 м получим тот же стереоэффект, как при съемке нормальным объективом с расстояния 3,25 м (между прочим, изображения на пленке по величине будут одинаковыми)?..

Как будто бы можно. Но логика опять-таки подсказывает, что здесь что-то не так. Если объективы заменяют глаза, то ясно, что «угол зрения» с расстояния 3,25 м не может быть таким же, как и с расстояния 19,5 м (базис-то в обоих случаях одинаковый!)...

Запомним это противоречие. Мы к нему еще вернемся.

А сейчас посмотрим, каковы границы стереопространства при использовании одного и второго объектива. Ближайшую границу вы уже знаете — 3,25 и 19,5 м. Дальней границей стереопространства является по вполне понятным причинам та, которая дает на диапозитиве или бумаге еще различимый глазом параллакс, или,

другими словами,— граница определяется разрешающей способностью фотоматериала и глаза (об этом понятии уже шла речь выше).

В виде формулы это можно записать так:

$$L_{max} = \frac{B \cdot f}{P_{min}}.$$

Разрешающая способность глаза у разных людей довольно сильно различается (этим, между прочим, частично объясняется, почему на одного человека стереоизображение производит гораздо более сильное впечатление, чем на другого). Но предположим, пределом является 10 линий/мм. Значит, если параллаксы объектов отличаются на 0,1 мм, то мы, глядя на стереоизображение, еще различаем, что один объект ближе, а другой дальше.

Таким образом, минимально допустимый параллакс — $P_{min} = 0{,}1$ мм, и при 50-миллиметровом объективе дальняя граница стереопространства соответствует расстоянию съемки $L_{max} = \frac{65 \cdot 50}{0{,}1} = 32{,}5$ м. Для телеобъектива же эта граница соответствует расстоянию съемки, равному $\frac{65 \cdot 300}{0{,}1} = 195$ м.

Давайте порассуждаем.

При нормальном объективе для различения пространства глубиной в 29,25 м (от 3,25 до 32,5 м) мы имеем в наличии 1 мм отклонений параллакса. При телеобъективе для различения пространства с глубиной в 175,5 м (от 19,5 м до 195 м) в наличии также 1 мм. Из одного этого уже ясно, что на кадре, сделанном телеобъективом, невозможно угадать, какой объект расположен ближе — тот, который находится в 160 м, или же тот, который на 10 м дальше (если кроме параллакса для оценки расстояния до объекта нет других исходных данных, скажем, монокулярного стереоэффекта).

Вообще, в этом состоит одна из особенностей телеобъектива, который используется для получения весьма интересного эффекта и при моносъемках. Наверняка, вы в кино или на телеэкране замечали такой кадр: по тротуару идет толпа людей, по улице плотным потоком движутся машины. Кажется, что они совсем рядом, приближаются к вам... Десять секунд, двадцать... Вы четко видите, что люди делают шаги, но приблизиться им так и не удается!

На стереофотографии такой кадр производил бы впечатление тесно расставленных одна за другой плоских кукол (эффект кулисы), т. е. первые ближе последних, но это и все. Остальное должно компенсировать монокулярное восприятие в сочетании с вашим опытом (кто частично закрывает другого, тот ближе).

Так что телеобъектив подходит в том случае, когда вы хотите снять объекты, расположенные на определенном расстоянии один за другим, которые невозможно сфотографировать нормальным объективом. Только, прежде чем им воспользоваться, уясните для себя пределы глубины резкости этого объектива.

Возникает вопрос: а почему нельзя в данном случае снимать нормальным объективом? Ведь базис можно соответственно увеличить.

Подумаем.

Например, вы хотите сфотографировать трех слонов. Одного на

расстоянии 20 м, другого — 90 и третьего — 150 м. По отношению к первому базис должен быть равен 40 см.

Снятые с таким базисом все слоны будут объемными, но посмотрите в видоискатель... Первый слон заполняет всю высоту кадра, второй кажется размером примерно с теленка, а третий — с муху...

Со слонами проще. Их можно подогнать друг к другу ближе. А что делать, если вместо слонов строения?..

Конечно, если ближний объект заполняет при нормальном объективе весь кадр, то, используя телеобъектив, вы должны отойти на сотню метров дальше, чтобы все объекты вместились в кадр. В результате — подходящие по размерам, но, к сожалению, плоские объекты.

Теперь и вспомним противоречие, о котором говорилось раньше. **Несмотря на равные параллаксы при использовании телеобъектива, вы получите эффект кулисы.**

Остается еще попробовать, что получится, если выбрать такой базис, который подходит для нормального объектива при расстоянии до ближайшего объекта в 150—200 м.

Итак, базис 3—4 м.

Вы сразу заметите, что с параллельными осями съемка невозможна — возникают слишком большие зоны неперекрытия; от того объекта, который получается на краю кадра, на другом кадре не хватает 3—4-метрового куска. Следовательно, нужно фотографировать с конвергенцией.

Если же на кадре нужно запечатлеть еще и очень отдаленный фон, на котором есть четко различимые объекты (например, башня, вершина горы), то может случиться, что на одной картине стереопары на фоне будет видна только башня, на другой — только вершина горы. Почему? Это вы поймете, если посмотрите на приведенный ранее рисунок 13б, поясняющий возникновение зон неперекрытия при съемке с конвергенцией. Другими словами, вы сделали ошибку, указанную в перечне ошибок под номером 4, т. е. возникают большие параллаксы у объектов в бесконечности.

Предположим все-таки, что вы снимали с холма — горизонт не виден, слоны гуляют на совершенно ровном лугу.

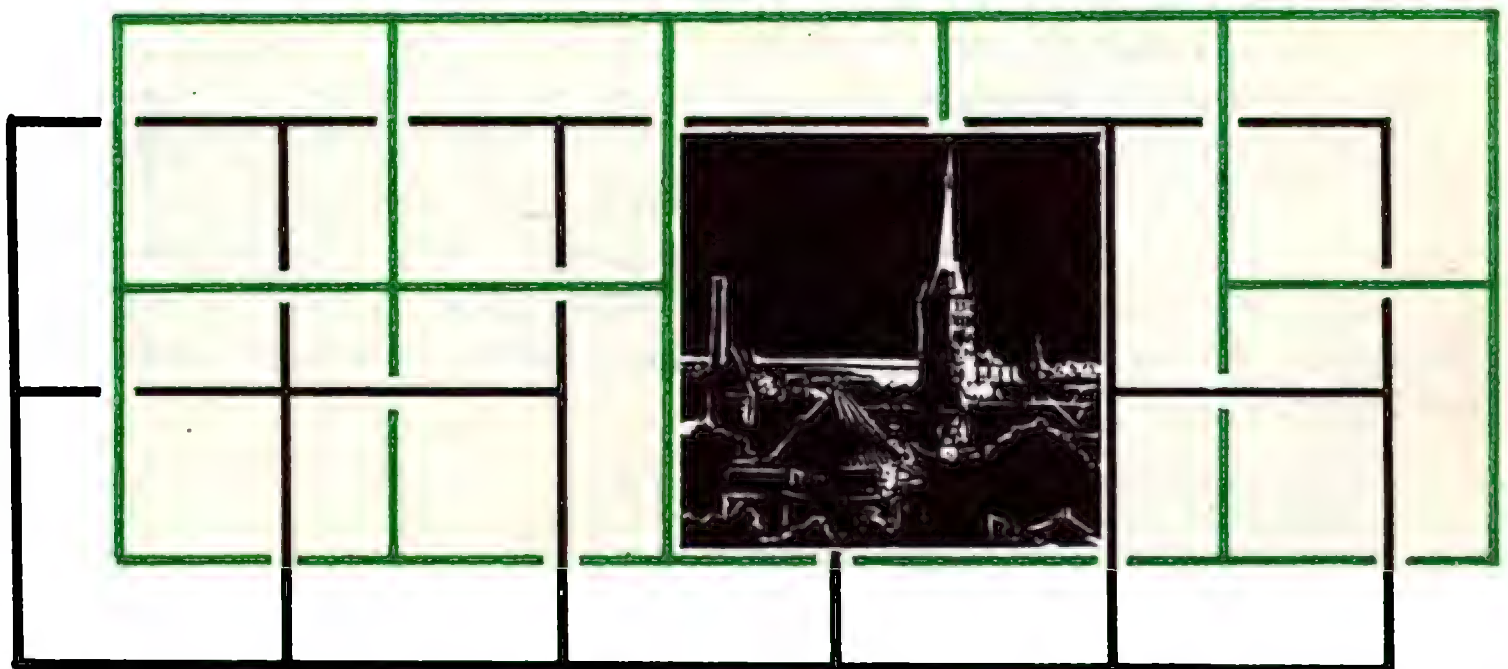
Сравним теперь снимки, сделанные нормальным и телеобъективом. О первом уже говорилось («слон — теленок — муха»). Второй вариант — съемка телеобъективом с обычным базисом — даст плоские объекты. Третий вариант (телеобъектив и большой базис) более подходящий, хотя из-за большого базиса придется поступиться эффектом макета. Объекты слишком близки к экрану, и поэтому видно, что они маленькие. При монтаже этот недостаток можно сгладить, уведя объекты дальше от рампы (см. раздел 13), но если снимать с конвергенцией, то эта возможность ограничена.

Если вы будете с конвергенцией снимать какой-нибудь незнакомый объект, предварительно взвесьте: не будет ли эффект макета делать снимок непонятным.

Итак, при использовании телеобъектива вам надо выбирать, чем поступиться — эффектом кулис или эффектом макета.

Мы все несколько преувеличили. Телеобъективом можно делать интересные снимки, на которых ни эффект кулисы, ни эффект макета не очень заметны, во всяком случае не раздражают. Но для этого нужно продумать композицию кадра и вычислить базис.

ЧАСТЬ 2



13. ПРОЕЦИРОВАНИЕ СТЕРЕОПРОЕКТОРОМ

В первой части книги описано проецирование изображения на один экран с помощью двух проекторов. Если вы испробовали этот способ, то заметили, что одного неудобства избежать невозможно, а именно: при демонстрировании почти каждого слайда приходится регулировать положение проектора. Никакие попытки избежать этого результата не дали. Отклонение положения слайда в 1 мм порождает на экране ошибку в 2—5 см. А это требует уже обязательной корректировки. Такая ошибка может возникнуть по разным причинам. Во-первых, при съемке (см. подраздел «Уровень на камере»). Во-вторых, при обрамлении слайдов. Практически невозможно обрамить слайды так, чтобы центр каждого точно совпадал с центром окна рамки. В-третьих, боковые зазоры между гнездом рамки и самой рамкой всегда различны, да и сами по себе рамки не всегда одинаковых размеров.

При частом регулировании проектора у зрителей быстро устают глаза. Может даже разболеться голова. Ваши предупреждения о том, чтобы во время регулировок гости не смотрели на экран, оказываются безуспешными. Всех интересует процесс превращения двух обыкновенных снимков в один, да еще с эффектом объемности...

Итак, вы решили сделать стереопроектор.

Прежде всего определите, на какой величины экран вы собираетесь проецировать слайды. Решение должно быть окончательным, потому что потом, после изготовления проектора, переделывать все будет гораздо сложнее. Почему? Об этом позже.

Размер экрана. Кроме всего прочего, размер экрана лимитируется и фокусным расстоянием проекционных объективов. Если вы, например, хотите использовать для проецирования кадров, снятых на широкую пленку, объективы с фокусным расстоянием 150 мм, то на экран шириной в 2 м можете рассчитывать только в том случае, если располагаете возможностью установить проектор приблизительно в 5,5 м от экрана.

Чтобы убедиться, возможно ли установить проектор на должном расстоянии от экрана выбранного размера, используйте формулу:

$$L = \frac{f \cdot E}{S},$$

где f — фокусное расстояние проекционных объективов;

L — расстояние от объективов проектора до экрана;

E — ширина возникающего на экране изображения;

S — ширина окошка слайдовой рамки (окошко обычно у́же кадра на пленке, стандартные рамки для 36-миллиметрового кадра имеют окошки шириной в 34 мм, для 57-миллиметровой — в 53 мм).

Если вы исходите из расстояния проектора от экрана и хотите узнать, каким должен быть экран, вам поможет та же формула, только в преобразованном виде:

$$E = \frac{S \cdot L}{f}.$$

Разумеется, все величины должны браться в одинаковых единицах измерения.

Например. Расстояние от стены до подоконника, на который вы предполагаете установить проектор, 4 м (4000 мм). Фокусные расстояния объективов — 75 мм, ширина окошка рамки — 34 мм. Какой ширины должен быть экран?

$$E = \frac{34 \cdot 4000}{75} = 1813 \text{ мм.}$$

Решайте сами, поместится ли экран таких размеров на вашу стену и обеспечат ли лампы проектора достаточную освещенность такого экрана (проекционные фильтры и очки поглощают в сумме обычно свыше 70 % света).

Изображение на экране. Мы привыкли к такому представлению: при взгляде на бесконечно удаленные объекты оптические оси наших глаз параллельны, при взгляде на объекты, расположенные ближе, оси конвергируются. И экран должен как бы создавать для глаз такие же условия, без этого на нем не возникнет правдоподобное объемное изображение.

И действительно, в стереокино это допустимо. Однако когда мы имеем дело с маленьким экраном, смотреть на который приходится с гораздо более близкого расстояния, чем на киноэкран, возникают определенные трудности со следованием этому канону. Но об этом ниже.

Пока посмотрим, что происходит на экране, когда на него стереопроектором с параллельными оптическими осями и базисом в 65 мм проецируют стереопару, расстояние между центрами отдельных снимков которой тоже 65 мм, как и базис проекционных объективов.

Рассмотрим рисунок 35. Лучи, проходящие через объективы O_1 и O_2 (обозначим их a_1 и a_2), определяют точку a, которая во время съемки находится ближе всего к аппарату; лучи d_1 и d_2 — идентичные точки объекта, находящегося в бесконечном удалении; лучи b_1 и b_2, а также c_1 и c_2 — промежуточные точки b и c. Все это вам знакомо уже по рисунку 19. Но теперь рассмотрим, как кажущееся расположение этих точек относительно экрана зависит от размеров экрана, а точнее, от размеров спроецированного на экран кадра.

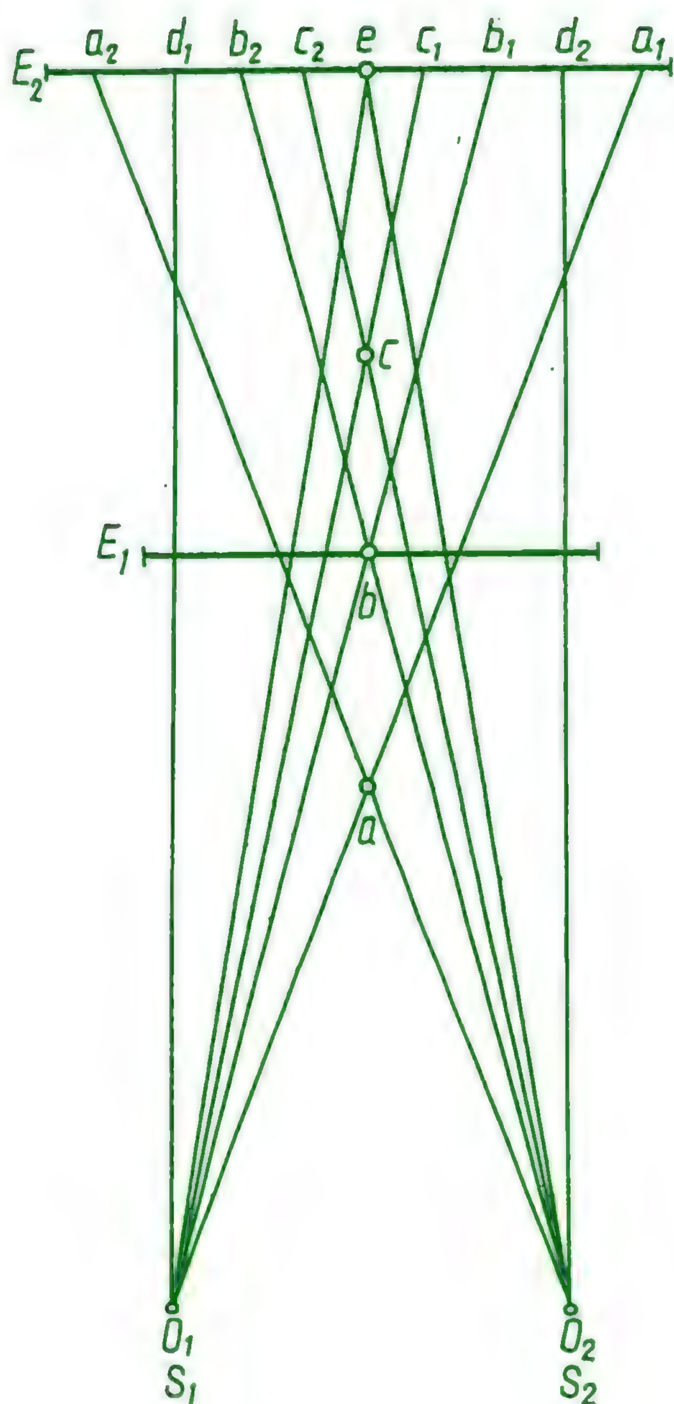


Рис. 35. Проецирование на экраны разной величины

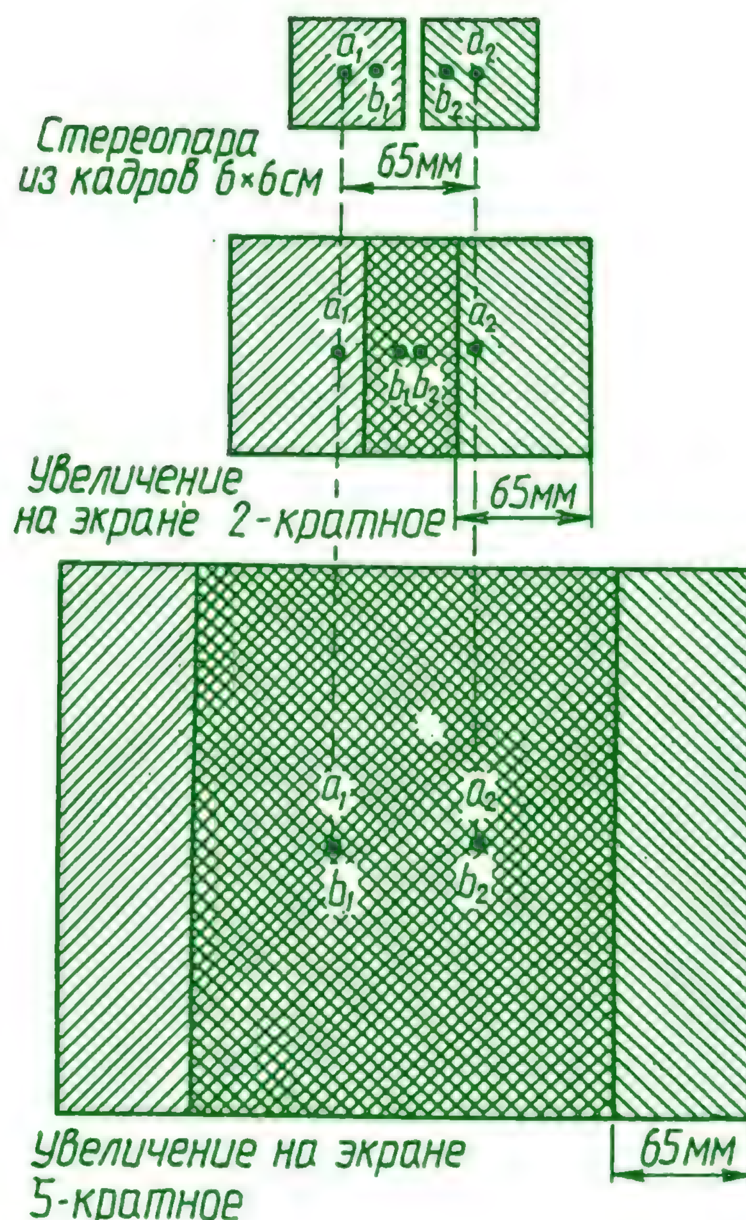


Рис. 36. Появление проекционных зон неперекрытия при одинаковом базисе между центрами слайдовых рамок и проекционных объективов

Мы можем точки O_1 и O_2 на том же рисунке рассматривать то как объективы, через которые проходят световые лучи, то как глаза (S_1 и S_2) наблюдателя, воспринимающие отразившиеся от экрана лучи.

Как видите, одна и та же точка (кроме точки, находящейся в бесконечности) может оказываться то на экране, то перед ним, то позади него, в зависимости от того, как далеко расположен экран от проектора. (Разумеется, предполагается, что проекционные объективы одни и те же).

Мы видим также, что как бы далеко ни располагался экран, кажущееся расстояние от нас до изображения не меняется, хотя точка b на первом экране (E_1) будет находиться в плоскости рампы, а спроецированный на более отдаленный экран (E_2) — перед экраном. Точка c в одном случае будет позади экрана, в другом — перед ним.

Как будто бы все ясно. Но если вы и на самом деле попробуете таким образом проецировать, то заметите, что не всегда достигается нужный эффект, да и, кроме того, быстро устают глаза (чем меньше экран, тем сильнее). А если на экран наклеить черную рамку, которая будет скрадывать с обеих сторон по крайней мере по 65 мм проецируемых снимков, то получите то изображение, какое и замышляли по схеме. Но глаза, тем не менее, будут уставать. Помимо всего, на некоторых снимках заметите нечто странное — объекты, сфотогра-

фированные с близкого расстояния, а потому долженствующие быть перед экраном, не «выйдут» из экрана, если они находятся на краю кадра и видны только частично.

Мистика?.. Нет, оптика (ибо глаз — оптический инструмент) плюс психология.

Однако посмотрим, почему на экране черное обрамление изменило картину.

Вглядитесь в рисунок 36.

Предположим, что проецируемый стереослайд смонтирован из кадров 6×6 см, базис проекционных объективов равен 65 мм, центры кадров отстоят один от другого на 65 мм, рамка такова, что позволяет проецировать целиком весь кадр.

Точки a_1 и a_2 обозначают центры кадров стереопары, b_1 и b_2 — возникающие на экране точки изображений объектов, снятых с близкого расстояния.

Первой видим проекцию без увеличения, затем при двукратном увеличении и последней — при пятикратном.

Если проследить, что за точками b_1 и b_2, станет ясно, как возникает на экране отрицательный параллакс. Но сейчас нас интересует другое. Уже по схеме видно, что при любом увеличении с двух сторон будут оставаться 65-миллиметровые полоски (зоны неперекрытия), один кадр на экране по отношению к другому окажется смещенным на 65 мм.

Вспомним первый вариант (рис. 35) — вся картина вместе с зонами неперекрытия была видна на экране. Но на экран мы смотрим через очки-фильтры, каждый глаз видит только свою картину и воспринимает экран так, как будто снимки на нем смонтированы неправильно, и попросту корректирует ошибку, на что требуются определенные усилия. Помните, то же самое происходило в стереоскопе при ошибках монтажа. Или, другими словами: глаза видят два одинаковых снимка-квадрата и «монтируют» их, накладывая один на другой.

Если же экран обрамлен черной рамкой, скрывающей зоны неперекрытия, то глаза видят два прямоугольника, уже как будто наложенные один на другой. Напрягаться не надо, и мозг принимает параллаксы такими, какие они есть на экране.

Остается ответить еще на три вопроса.

1. Увидим ли мы на экране, не обрамленном черным, все объекты перед экраном? (Действительно, если глаза «сдвигают» две картины в одну, то у объектов в бесконечности параллакс на экране должен вообще отсутствовать, а все остальные объекты должны иметь отрицательный параллакс...)

2. Так почему же глаза все-таки устают, когда на экране черная рамка (ведь для «сдвигания» картин напрягаться не надо)?

3. Почему же не появляются перед экраном те объекты, которые «разрезают» край кадра, хотя теоретически они должны там быть?

На первый вопрос лучше всего отвечает практика. Авторы имели возможность экспериментировать со стереопроектором НИКФИ — научно-исследовательского кинофотоинститута, позволяющим в значительных пределах сдвигать картины одна по отношению к другой. Как ни странно, но почти невозможно воспринимать все объекты перед экраном даже в том случае, если совместить изображения бесконечно удаленных объектов и даже придать им большой отрица-

тельный параллакс! Положение объектов по отношению к экрану хотя и меняется, но далеко не настолько, насколько можно было рассчитывать по схеме. Причина — чисто психологического характера. Экран — это то же окно. Но мозг точно знает, что может и чего не может быть видно в окно. Одновременно это ответ и на третий вопрос: объект, так сказать, располовиненный, никак не может быть ближе кадровой рамки на экране, он просто должен быть за экраном. Это обстоятельство непременно нужно учитывать еще при съемке.

А теперь ответ на второй вопрос: почему глаза устают, несмотря на черное обрамление на экране?

Причина в следующем: экран на стене комнаты мы рассматриваем с расстояния в 2—3 м. Аккомодация глазных хрусталиков, соответствующая этому расстоянию, отлична от соответствующей конвергенции при рассматривании объектов в бесконечности. Поэтому при разглядывании объектов, имеющих ортодоксный параллакс бесконечности 65 мм, глаза и устают. Вспомните, зачем в стереоскопе нужны были линзы — не только для увеличения изображения, но и для устранения несоответствия конвергенции и аккомодации. В фотоаппарате при нормальном объективе, настроенном на резкость 20 м, будут резкими и объекты в бесконечности. Аккомодация глазных хрусталиков также позволяет при «настройке» их на определенное расстояние четко различать и более удаленные объекты, но это определенное расстояние в любом случае больше 2—3 м. В стереокино, правда, параллаксы бесконечности бывают и 65 мм, но первый ряд от экрана значительно дальше двух метров.

Вполне возможно (по вышеуказанным причинам даже желательно) при маленьком экране уменьшать экранный параллакс бесконечности. Это обеспечивается при склейке или (если, например, стереослайды получены стереофотоаппаратом и вы не желаете слайды перемонтировать) положением проекционных объективов.

Принцип «рамка в рамку». Из сказанного выше вытекает: спроецированные на экран контуры окошек в слайдовых рамках должны как можно точнее совмещаться, т. е. рамка точно накладывается на рамку. Значит, если вы установите в проектор пустую слайдовую рамку и снимете очки-фильтры, то должны увидеть на экране не два сдвинутых одно по отношению к другому светлых пятна, а одно, имеющее форму кадра на пленке.

Для этого сперва установите:

а) какой базис будет у оптических осей светоблоков вашего стереопроектора;

б) насколько близко можно при необходимости свести оптические оси проекционных объективов, что зависит от диаметра тубусов (тубус — металлическая трубка, в которой помещаются линзы объектива);

в) на экран каких размеров вы собираетесь проецировать.

Следовательно, вы уже должны иметь детали для изготовления проектора, но к самому изготовлению приступать рановато.

Опыт показывает, что очень сложно получить базис светоблоков меньше 65 мм. Конденсаторные линзы объективов, применяемые в обычных проекторах (для кадра 24×36 мм), в большинстве своем круглые, диаметром в 56—70 мм. Можно добиться довольно небольшого межцентрового расстояния, если срезать линзы по хорде, но это дело очень хлопотное и требует большой точности.

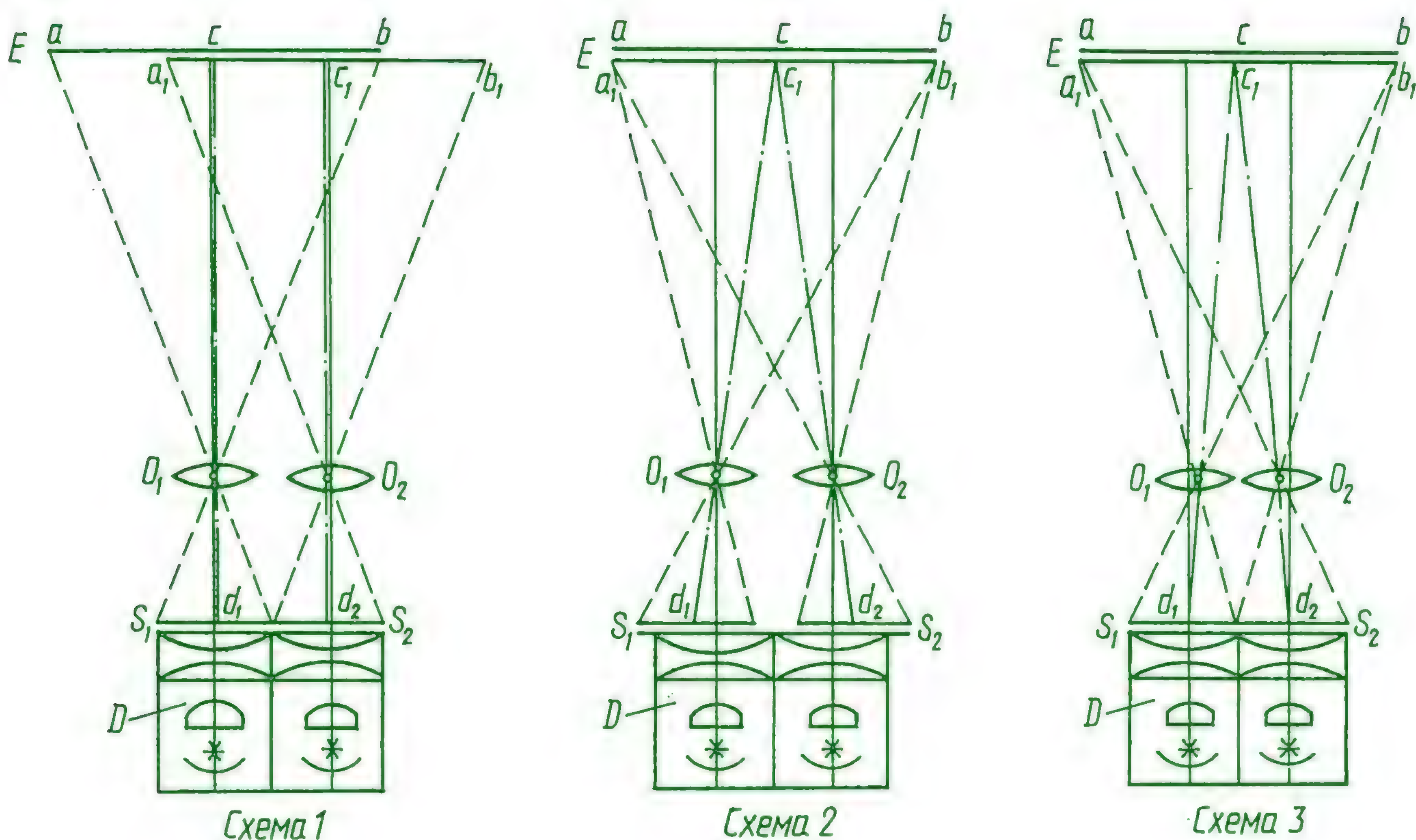


Рис. 37. Изображения рамочных окошек на экране

Надо еще запомнить, что:

— чем меньше оптический базис светоблоков, тем ближе одно к другому можно прорезать окошки в слайдовой рамке, рамка будет компактнее и красивее;

— чем меньше оптический базис светоблоков, тем ближе одна к другой окажутся проецирующие лампы и тем труднее будет их охлаждать;

— чем меньше оптический базис светоблоков, тем меньшего диаметра объективы можно использовать, но, как правило, светосила объективов зависит от их диаметра (хотя не только от диаметра);

— чем больше оптический базис светоблоков, тем дальше надо разносить и центры снимков стереопары. Слайдовая рамка получится длинной и узкой, между окошками рамки будет слишком большой промежуток.

Предположим, что оптический базис равен 65 мм.

Как обеспечить на экране принцип «рамка в рамку»?

Посмотрите на рисунок 37.

D — светоблок проектора, O_1 и O_2 — объективы, S_1 — S_2 — стереорамка, ab — проекция на экран левого кадра, a_1b_1 — проекция на экран правого кадра, d_1 и d_2 — центры окошек слайдовой рамки, c и c_1 — проекция центров рамочных окошек на экран, E — плоскость экрана.

Первая схема на рисунке изображает уже описанный случай: у центров рамочных окошек такой же базис, как и у проекционных объективов. О недостатках такой проекции уже говорилось.

На второй схеме показана одна из возможностей, как обеспечить соблюдение принципа «рамка в рамку» — оптические оси объективов и светоблоков совпадают, но центры окошек слайдовой рамки выведены с этих осей.

На третьей схеме расстояние между центрами окошек слайдовой рамки равно базису оптических осей проектора; оптические оси объективов хотя и параллельны оптическим осям светоблоков и находятся в одной горизонтальной плоскости, но имеют меньший базис.

В обоих случаях требование «рамка в рамку» удовлетворяется.

Возможен и третий вариант — сделать проектор так, чтобы оптические оси его светоблоков были не параллельны, а несколько конвергированы. Однако этот способ обладает рядом недостатков, начиная уже с того, что такой проектор сложнее делать.

Из двух способов (схемы 2 и 3) предпочтение надо отдать первому. Если отвести оптические оси объективов слишком далеко от осей светоблоков, на экране могут возникнуть нежелательные отражения, блики. На практике этого все же бояться не надо, ибо для достижения нужного результата достаточно сдвинуть объективы на несколько миллиметров.

Как явствует из схем, все зависит от положения объективов по отношению к слайдовой рамке (или наоборот), фокусного расстояния объективов и расстояния до экрана.

Обозначим искомое различие между базисом объективов и расстоянием между центрами окошек слайдовых рамок буквой P, фокусное расстояние объективов буквой f, расстояние от объективов до экрана буквой L и базис объективов буквой B.

$$P = \frac{f \cdot B}{L}.$$

Посмотрите на схему 2.

Предположим, что ваши объективы имеют фокусное расстояние 85 мм, расстояние между объективами (базис) — 65 мм и расстояние до экрана — 3000 мм (3 м).

$$P = \frac{85 \cdot 65}{3000} = 1{,}84 \text{ мм.}$$

Значит, если расстояние между оптическими осями объективов 65 мм, то расстояние между центрами слайдовых рамок должно быть на 1,84 мм больше, то есть — 66,84 мм.

Практически та же формула может быть применена и в случае, если вы решите использовать возможность, указанную на третьей схеме,— базис объективов надо сократить чуть меньше чем на 2 мм.

На практике проще всего делать так: если хотите применить первый способ, отрегулируйте светоблоки и объективы, но пока не крепите магазин для слайдов к светоблоку. Наклейте на кусок стекла половинку слайдовой рамки с одним окошком (если ваш съемочный комплект предназначен для кадров 24×36 мм и 60×60 мм, можете использовать имеющиеся в продаже готовые монорамки). Держите стекло с рамкой в том же месте, где будет магазин для слайдов, так, чтобы окошко было за одним, например левым, объективом. Затем возьмите вторую половинку рамки (или вторую рамку для монослайда), найдите для нее положение, при котором на экране была бы «рамка в рамку», и наклейте ее тоже на стекло. Теперь вы располагаете трафаретом со строго определенным положением окошек, и по нему не трудно изготовить другие рамки. Если вы найдете способ соеди-

нения в стереорамку двух продающихся в магазинах монослайдовых рамок (это требует некоторой изобретательности), то не потребуется вырезать окошки в картоне. И все же результат рекомендуется проверить с помощью проектора, потому что размеры купленных рамок могут в пределах 1—2 мм колебаться. Чем это оборачивается на экране, не стоит напоминать.

Монорамки для кадров 6×6 см имеют внешний размер 7×7 см. Если хотите сделать из них стереорамку, желательно принять это во внимание уже при изготовлении проектора и выбирать для светоблоков базис, исходя из расстояния между центрами рамочных окошек.

При использовании приведенного на третьей схеме способа закрепите слайдовую кассету на блоке, поместите в кассету точно изготовленную слайдовую рамку, а затем найдите правильное положение объективов.

Фотоаппарат «Спутник» дает для диафильма стереопару, которая не требует ни монтажа, ни обрамления. Слайдовую пару можно поместить между двумя стеклами. Если есть желание одну и ту же пару рассматривать то на экране, то через стереоскоп, можно изготовить стереоскоп, переворачивающий перспективу, который предлагают А. Г. Болтянский и Н. А. Овсянникова.

Принципу «рамка в рамку» в данном случае следовать не желательно, а то объекты в бесконечности навсегда останутся в плоскости рампы. Если бы не действовали психологические факторы, о которых уже говорилось, объекты в бесконечности мы видели бы прямо на экране, а все остальные — перед экраном.

Поэтому надо выбрать какой-то определенный экранный параллакс для объектов в бесконечности. Каков должен быть этот параллакс, зависит от размеров экрана, точнее, от того, на каком расстоянии от экрана вы обычно находитесь при просмотре (чем больше экран, тем дальше от него, как правило, следует находиться). Практика показывает, что при экране шириной в 2 м пригоден параллакс бесконечности в 40—50 мм, при метровом экране — 30—40 мм. Параллакс регулируется способом, показанным на третьей схеме. Разумеется, при регулировке объективов в слайдовой кассете должен находиться сделанный стереофотоаппаратом контрольный слайд, на котором видны объекты в бесконечности.

Экран обязательно должен иметь черное обрамление, скрывающее экранные зоны неперекрытия (ведь принципу «рамка в рамку» вы не следовали).

И вот рекомендация, которая покажется неожиданной: разрежьте все-таки и слайды, снятые стереофотоаппаратом, обрамляйте и монтируйте их заново! Последовать этой рекомендации или нет, решайте после того, как внимательно прочтете подраздел «Плоскость рампы». Конечно, изготовление рамок и монтаж — большая работа и лучше избежать ее, но с помощью монтажа вы можете в довольно широких пределах менять пространственную картину, от чего в противном случае неизбежно пришлось бы отказаться. На неразрезанном слайде всегда на плоскости экрана будут объекты, снятые с одного, строго определенного расстояния.

Экранный параллакс бесконечности. Итак, окна рамки стереопары при соблюдении принципа « рамка в рамку» дают на экране совпадающие контуры. Если снимки делались с параллельными оп-

тическими осями, а центры кадров (слайдов) при монтаже точно совместились с центрами окошек рамки, экранный параллакс объектов в бесконечности будет равен нулю — на экране совпадут и идентичные изображения объектов в бесконечности. Зато все остальные объекты будут проецироваться с отрицательным параллаксом.

Похоже, что из одной крайности мы ударились в другую — сначала проблема заключалась в том, что параллакс бесконечности, равный 65 мм, при просмотре снимков очень утомляет глаза, а теперь он и вовсе отсутствует!

Что делать?

Проще всего поначалу вообще забыть о параллаксе бесконечности. Смонтируйте стереопару так, чтобы самый важный объект оказался в плоскости экрана, то есть, чтобы изображения этого объекта на экране совпадали. Как это сделать, вы узнаете из подраздела «Плоскость рампы». Каким окажется при этом параллакс бесконечности, особого значения не имеет, разумеется, кроме случая, когда он превышает максимально допустимый — 65 мм. Но это может произойти, если вы вообще не думали во время съемки о том, что́ должно быть перед экраном, что́ на экране, что́ за ним, и теперь во время монтажа пытаетесь насильно «отодвинуть» снятые с близкого расстояния объекты. (Разговор о том, как снимать, чтобы желаемое положение изображения по отношению к экрану было в любом случае обеспечено, еще будет).

Рекомендуется также аппараты съемочного комплекта конвергировать, заставить их «смотреть внутрь». Теперь изображения той точки в бесконечности, которая при параллельных съемочных осях оказалась бы в центре кадров, сдвинулись несколько в сторону: в левом аппарате — направо, в правом — налево. Если слайды смонтировать так, чтобы центры кадров совпадали с центрами окошек рамки, и спроецировать такую стереопару на экран, изображение точки в бесконечности на экране окажется сдвинутым, что и создаст параллакс бесконечности.

Насколько должны быть аппараты конвергированы?

Ответ прост: еле заметно. Как вы уже знаете, параллакс бесконечности — далеко не самая важная категория. Но если хотите, то при конвергенции аппаратов сможете получить на экране любой параллакс бесконечности и тогда, когда центры отдельных кадров и рамочных окошек совпадут.

В разделе «Еще раз о съемке анаглифов» вы найдете по аналогии все исходные точки, чтобы сконвергировать аппараты ровно настолько, насколько необходимо для получения желаемого параллакса бесконечности на пленке.

Если же при монтаже вы будете следовать принципу: самый важный объект должен находиться в плоскости экрана, то получите одинаковый экранный параллакс бесконечности независимо от того, снимали ли вы с параллельными оптическими осями или с конвергенцией. Основное преимущество в работе с конвергированными аппаратами заключается в том, что таким образом можно уменьшить (по крайней мере, при съемке объектов среднего плана) возникающие зоны неперекрытия.

Кстати, ни один способ не дает полной гарантии против возникновения зон неперекрытия. Единственно, что можно рекомендовать в этом случае: снимать так, чтобы все важнейшие, особенно светлые,

яркие изображения объектов на слайде хоть на 2—3 мм отстояли от края кадра. К сожалению, не всегда удается соблюсти это требование, ведь композиция требует своего.

Плоскость рампы. При проецировании важнейшую роль играет экран — плоскость, по отношению к которой мы воспринимаем кажущееся местонахождение объекта. Как вы заметили, с экранной плоскостью надо считаться еще до того, как началось изготовление проектора, тем более в момент съемки и при монтаже стереопары.

В теоретической литературе эту плоскость называют плоскостью рампы. На плоскости рампы находятся те объекты, у которых нет экранного параллакса, то есть объекты, изображения которых на экране сливаются. Но стоит отодвинуть или приблизить экран, как возникает нежелательный параллакс не только объектов, которые до сих пор находились в плоскости рампы (с чем порой можно примириться), но и в контурах окошек в слайдовых рамках (что совсем нежелательно, так как нарушается принцип «рамка в рамку»).

Если вы не хотите перемонтировать уже готовые стереорамки, учтите, что вам придется мириться с однажды выбранным размером экрана, на который вам не удастся проецировать, скажем, уменьшенный кадр, если только конструкция вашего проектора не позволяет менять базис проекционных объективов. Только это позволяет при любом экране обеспечивать соблюдение принципа «рамка в рамку», благодаря чему достигается одинаковая плоскость рампы уже смонтированных слайдов.

Обычно стремятся именно к тому, чтобы в плоскости рампы находился самый важный объект. Разумеется, за исключением архитектурного, потому что строение в плоскости рампы неизбежно создает эффект макета.

Теперь посмотрим, какую роль играют в обеспечении плоскости рампы (и экранного параллакса бесконечности) те несколько миллиметров кадра на пленке, которые остаются в тени слайдовой рамки.

Взгляните еще раз на рисунок 37.

На схемах 2 и 3 точки c и c_1 совпадают. Значит, все объекты, идентичные точки которых на слайде были бы на расстоянии, равном расстоянию точек c и c_1, дали бы на экране плоскость рампы. Но если те же точки (при склейке слайдов) разместить так, чтобы они на схеме 2 совпадали с оптическими осями проектора, а на схеме 3 — с оптическими осями объективов, то на экране возник бы положительный параллакс этих точек, равный (согласно схеме 2) оптическому базису проектора или базису объективов (согласно схеме 3). Конечно, сдвиг зависит от фокусного расстояния объективов и расстояния между проектором и экраном (то есть, в конечном счете, от коэффициента увеличения), но, как вы видели при обеспечении соблюдения принципа «рамка в рамку», этот сдвиг в большинстве случаев измеряется несколькими миллиметрами.

Было показано, что происходит в том случае, если центры слайдов смонтировать на несколько миллиметров ближе один к другому. Но ведь рамка позволяет и обратное — смонтировать центры слайдов так, чтобы они были на 2—3 мм дальше один от другого, чем центры окошек рамки. В таком случае у точек, которые раньше были бы на плоскости рампы, возникают отрицательные параллаксы, и изображения кажутся находящимися где-то на полпути от зрителя до экрана.

Предположим, что съемка велась с параллельными оптическими осями. Как мы заметили, миллиметры, остающиеся в тени окошек рамки, позволяют поместить в плоскость рампы изображение практически любого объекта (начиная с объектов в бесконечности), параллакс которого на пленке не превышает 2 мм при кадре 24×36 мм и 4 мм при кадре 6×6 (фактически 57×57 мм, а окошко стандартной рамки имеет размеры 53×53 мм).

Какому минимальному расстоянию съемки это соответствует, вы можете вычислить по формуле:

$$L = \frac{B \cdot f}{P}.$$

Вспомним: при съемочном комплекте из двух фотоаппаратов «Любитель» $B = 100$ мм, $f = 75$ мм, $P = 4$ мм. То есть, $L = \frac{100 \cdot 75}{4} =$ $= 1875$ мм $= 1{,}88$ м; у двух «Смен» $B = 116$ мм, $f = 40$ мм, $P = 2$ мм.

$$L = \frac{116 \cdot 40}{2} = 2320 \text{ мм} = 2{,}32 \text{ м}.$$

А при съемочном комплекте из двух фотоаппаратов «ФЭД-Микрон», соединенных донышками, $B = 65$ мм, $f = 30$ мм, $P = 2$ мм.

$$L = \frac{65 \cdot 30}{2} = 0{,}98 \text{ м}.$$

Эти расстояния не зависят от размеров экрана.

Но может случиться, что максимально используя возможность сдвига слайдов, вы получите недопустимо большой экранный параллакс объектов в бесконечности. Поэтому, снимая объекты, которые вы хотите потом видеть на плоскости рампы, нужно выбирать такую дистанцию, при которой расстояние до объектов не превышает определенных пределов. Таким пределом является сдвиг, вычисленный нами при обеспечении соблюдения принципа «рамка в рамку». Другими словами, минимально допустимую съемочную дистанцию диктует параллакс на пленке, дающий на экране параллакс в 65 мм. А это зависит от размеров экрана.

Предположим, что ваш экран предназначен для 35-кратного увеличения. В таком случае 65-миллиметровый параллакс на экране создается при 1,86-миллиметровом параллаксе на пленке (1,86×35).

Таким образом, если в кадре есть объекты в бесконечности, вы можете слайды смонтировать так, чтобы на экране в плоскости рампы оказался объект, параллакс которого на пленке не превышает 1,86 мм (хотя рамка позволяет поместить в плоскость рампы изображения объектов, параллакс которых 2 или 4 мм).

В наших примерах это означало бы ширину экрана в 119 см (35 умножить на ширину окошка — 34 мм) и минимальное расстояние съемки в 2,49 м (L при $P = 1{,}86$ мм) (для «Смен»), экран шириной в 185,5 см (35×53 мм) и расстояние в 4,03 м (для «Любителей») и экран шириной 77 см (35×22 мм) и расстояние в 1,05 м (для «ФЭД-Микронов»).

Но если вы поместите в плоскость рампы изображения объектов, снятые точно с такого расстояния, объекты в бесконечности будут иметь максимальный параллакс — 65 мм. На маленьком экране, как вы уже знаете, это утомляет глаза.

Чтобы уменьшить параллакс объектов в бесконечности, при съемке надо удалиться от выбранного для плоскости рампы объекта немного дальше вычисленного минимального расстояния.

Вторая возможность — избегайте появления в кадре (если обязательно хотите увидеть в плоскости рампы близкорасположенные объекты) объектов в бесконечности.

Рассмотрим первую возможность.

Предположим, что вы хотите получить экранный параллакс объектов в бесконечности не 65, а 50 мм. При экране с увеличением в 35 раз это соответствует параллаксу на пленке уже не 1,86 мм (65 : 35), а 1,43 мм (50 : 35).

По формуле $L = \frac{B \cdot f}{P}$ найдете новое съемочное расстояние для объектов, изображения которых надо поместить в плоскость рампы.

$$L = \frac{116 \cdot 40}{1{,}43} = 3{,}24 \text{ м (для «Смен»)}.$$

$$L = \frac{100 \cdot 75}{1{,}43} = 5{,}24 \text{ м (для «Любителей»)}.$$

$$L = \frac{65 \cdot 30}{1{,}43} = 1{,}36 \text{ м (для «ФЭД-Микронов»)}.$$

Однако поскольку сфотографированные с такого расстояния объекты будут на экране размером меньше половины их натуральной величины, то возникнет эффект макета.

Во-вторых, при таком расстоянии съемки для размещения в плоскости рампы трудно найти для композиции более ближние (с отрицательным параллаксом) объекты, изображения которых рамка не стала бы оттеснять назад хотя бы частично (комплект из «ФЭД-Микронов» — исключение из-за маленьких B и f).

Если оба эти обстоятельства вас не смущают, то больше голову ломать не надо. В кадре могут оставаться любые объекты.

Если же вы не хотите вводить в плоскость рампы изображения объектов, расположенных ближе, надо выбрать такую композицию, чтобы разность параллаксов между объектом в плоскости рампы и наиболее удаленным не превышала 1,43 мм. В таком случае экранный параллакс наиболее удаленного объекта будет равен 50 мм (выбранному вами максимальному положительному экранному параллаксу).

Используя формулы $P = \frac{B \cdot f}{L}$ и $L = \frac{B \cdot f}{P}$, вы можете легко составить для себя таблицы, которые очень помогут вам при съемке.

С помощью первой формулы вы определите параллакс объекта, который намечаете ввести в плоскость рампы. Чтобы найти максимально допустимый параллакс наиболее удаленного объекта, вычтите из параллакса объекта в плоскости рампы критический параллакс (в данном случае 1,43 мм).

На основе максимально допустимого параллакса наиболее удаленного объекта с помощью второй формулы вычислите соответствующее этому параллаксу расстояние съемки.

Таблица 3

ЗАВИСИМОСТЬ ДАЛЬНЕГО ПРЕДЕЛА СЪЕМКИ ОТ ЗАДАННОГО

Расстояние до объекта, снимаемого для плоскости рампы (L_R), м	Параллакс, мм	Максимально допустимый параллакс наиболее удаленного объекта, мм	Соответствующее этому параллаксу расстояние съемки, м
Для комплекта «Смен» при $B = 116$, $f = 40$, $K_э = 35$, $P_{э_{max}} = 50$ мм			
3,24	1,43	0	∞
3,0	1,54	0,11	42,18
2,5	1,85	0,42	10,94
2,32	2,0[2]	0,57	8,17
Для комплекта «Любителей» при $B = 100$, $f = 75$, $K_э = 35$, $P_{э_{max}} = 50$ мм			
5,24[1]	1,43	0	∞
5,0	1,5	0,07	107,14
4,5	1,66	0,23	32,6
4,0	1,88	0,45	16,66
3,5	2,14	0,71	10,56
3,0	2,5	1,07	7,0
2,5	3,0	1,57	4,77
1,88	4[2]	2,57	2,92
Для аппаратов «ФЭД-Микрон» при $B = 65$, $f = 30$, $K_э = 35$, $P_{э_{max}} = 50$ мм			
1,36[1]	1,43	0	∞
1,3	1,5	0,07	27,86
1,2	1,63	0,2	9,75
1,1	1,77	0,34	5,74
0,98	2,0[2]	0,57	3,43

Все вышеприведенные расчеты действительны, само собой разумеется, только в случае, если съемка ведется комплектом аппаратов с параллельными оптическими осями.

Теперь посмотрим, что получится, если снимать конвергированными аппаратами.

Предположим, вы конвергировали аппараты так, чтобы объекты в бесконечности имели экранный параллакс, равный 50 мм именно тогда, когда центры слайдов совпадают с центрами окошек рамки.

Теперь картина на экране выглядит точно так, как в случае, если бы вы ввели в плоскость рампы изображения объектов, снятых параллельными аппаратами с расстояния в 3,24 м (если съемка ведется аппаратами «Смена»).

---

[1] Объекты более удаленные можно ввести в плоскость рампы без затруднений.

[2] Большего не позволяет рампа.

Для расчета допустимого расстояния до наиболее удаленного объекта, как и для прочих расчетов, можно пользоваться приведенной выше таблицей 3. Разница только в том, что теперь при склейке можно ввести в плоскость рампы и те объекты, которые сняты ближе чем с 2,32 м. Но особой практической ценности это не имеет — допустимый наиболее удаленный объект будет слишком близко.

Зачем тогда вообще конвергировать аппараты?

Для того, чтобы уменьшить зоны неперекрытия объектов среднего плана на краю кадра. Если учесть, что именно средний план обычно вводится при склейке в плоскость рампы, то это весьма существенное преимущество.

Итак, при склейке вы можете ввести в плоскость рампы почти любой объект. Другой вопрос — всегда ли это дает желаемый эффект.

Уже композиция снимка диктует, какой объект можно помещать в плоскость рампы, а какой нет (вспомните отталкивающее воздействие рамки). Если же композиция и позволяет ввести в плоскость рампы отдаленные объекты, то не забудьте учесть как эффект макета, так и эффект кулисности.

Допустим, что вы сняли летящий самолет и монтируете снимки так, чтобы изображение было в плоскости рампы. Прежде всего — каков базис съемки? Если обычный — в пределах 65—150 мм, то вы получите на экране совершенно плоское изображение самолета. Базис не соответствует съемочному расстоянию. Если к тому ж вы еще снимали и нормальными объективами, то изображение на экране будет совсем маленьким, т. е. в результате получается как бы наклеенная на экран крохотная фотография самолета.

Как нужно было поступить, чтобы получить объемное изображение самолета,— к этому мы вернемся в разделе «Отрицательный экранный параллакс».

А теперь еще раз вспомним о тех, кто имеет фотоаппарат «Спутник». Может, вы уже подумали и решили все-таки разрезать и перемонтировать полученную слайдовую пару? Если нет, то посмотрим, какие возможности остаются.

Этим самым вы навсегда определили экранный параллакс для изображения бесконечно удаленных объектов, а вместе с ним и постоянное расстояние для съемки, при котором при проекции изображения объект будет находиться на экране в плоскости рампы.

Полученная с помощью «Спутника» стереопара не нуждается в обрамлении — рамой служит неосвещенный край пленки. Так что при 35-кратном увеличении, например, экран должен быть шириной уже не 53×35 мм, а 57×35 мм. Но еще надо учесть черную рамку, задача которой скрыть на экране зоны неперекрытия. Такая зона возникает на обоих краях экрана. Ее ширина равна выбранному вами экранному параллаксу бесконечности. Полезная ширина экрана будет равна расчетной (здесь 199,5 см) минус двойной параллакс бесконечности.

Предположим, вы смонтировали объективы относительно центров слайдов так, что экранный параллакс бесконечности равен 50 мм. Значит, и теперь и впредь вы увидите в плоскости рампы то, что снято с расстояния в 5,25 м. Все, что ближе, окажется перед экраном, что дальше,— за экраном.

Формула для вычисления этого расстояния такова:

$$L = \frac{B \cdot f \cdot K}{P},$$

где B — съемочный базис,

f — фокусное расстояние объективов,

K — коэффициент увеличения изображения при проекции на экран,

P — параллакс, установленный вами для изображения объектов в бесконечности на экране.

Отрицательный экранный параллакс. Один из интереснейших, без сомнения, приемов — вынесение изображения в предэкранную зону. Но здесь нелишне напомнить: перед экраном можно помещать изображения только тех объектов, которые воспринимаются там естественно, т. е. тех, которые действительно могли бы оказаться в комнате, если бы на месте экрана оказался оконный проем. Напомним еще, что не всегда дело только в том, кажется ли объект перед экраном естественным или нет. Иной раз экран просто «отбрасывает» объект, несмотря на отрицательный экранный параллакс.

Найдя объект, который композиция позволяет вывести перед экраном, вы наверняка захотите узнать, как далеко от экрана будет этот объект восприниматься.

Допустим, что вы снимали со спины рыболова с удочкой на плече. Если вы смонтируете слайдовую пару так, чтобы рыболов был в плоскости рампы, удочка в любом случае будет выступать с экрана, как бы далеко ни был от вас рыболов при съемке. Но возникающий эффект будет различным в зависимости от съемочного расстояния.

Прежде всего, несколько общих правил.

Кажущееся расстояние от зрителя до объекта зависит от местонахождения зрителя по отношению к экрану.

Так, зритель видит изображение с 65-миллиметровым отрицательным параллаксом на половине расстояния от него до экрана независимо от того, на каком расстоянии от него экран. Поэтому кажущееся расстояние от зрителя до изображения выражается не в метрах-сантиметрах, а в процентах. Обычно используется процент от экрана до изображения, а не от изображения до зрителя. Например, при 21,66-миллиметровом отрицательном параллаксе говорят: «Изображение выведено в зал на 25 процентов». Это означает, что при взгляде на экран с расстояния 4 м изображение будет казаться находящимся в 1 м от экрана (предполагается, что расстояние между зрачками глаз зрителя — 65 мм), а если смотреть с расстояния в 10 м, то в 2,5 м от экрана.

«Процент выноса с экрана в зал» зависит только от величины отрицательного параллакса и не зависит от размеров экрана.

Но все же ширина экрана накладывает определенные ограничения — нельзя же, к примеру, на экран шириной в 1 м проецировать изображения с полутораметровым отрицательным параллаксом! Такие большие параллаксы не используются даже в стереокино. Практически объект выводится в зал не более чем на 90 % расстояния от экрана. Этому соответствует 585-миллиметровый отрицательный параллакс.

Из чертежа (рис. 38) можно уяснить, как вычислить необходимый для получения желаемого эффекта экранный параллакс.

На чертеже расстояние между зрачками глаз человека означено буквами S_1 и S_2 и равно 65 мм. На экран проецируются идентичные точки F_1 и F_2 какого-то объекта с отрицательным параллаксом $P_э$. Зритель воспринимает объект находящимся в точке F. L_1 — кажущееся расстояние от изображения до экрана, L_2 — кажущееся расстояние от изображения до зрителя.

$$P_э = \frac{65 \cdot L_1}{L_2}.$$

Величины L_1 и L_2 можно использовать в виде абсолютной величины процентов, например: $L_1 = 60$; $L_2 = 40$ или $L_1 = 90$ и $L_2 = 10$. Но в любом случае сумма L_1 и L_2 должна быть 100!

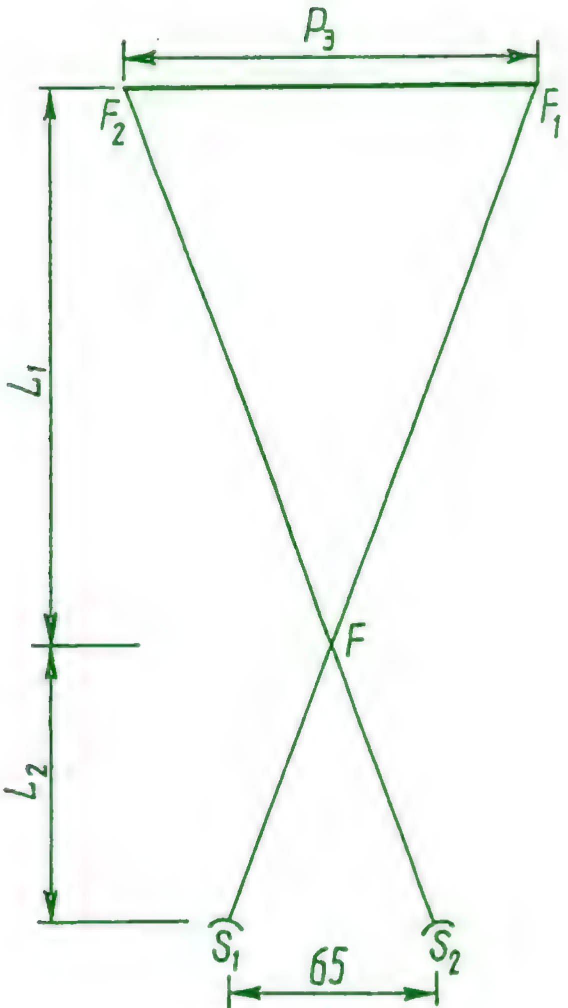


Рис. 38. Схема, объясняющая расчеты для вычисления эффекта «выход в зал»

Допустим, вы хотите определить, каким должен быть отрицательный параллакс на экране, чтобы видеть изображение в 80 % от экрана.

$$L_1 = 80, \text{ следовательно } L_2 = 20$$

$$P_э = \frac{65 \cdot 80}{20} = 260 \text{ мм.}$$

Кажущееся расстояние от экрана до изображения увеличивается в арифметической прогрессии, а необходимый для этого параллакс — в геометрической. Поэтому и стали для стереокино пределом примерно 90 % от экрана (585-миллиметровый параллакс). Увеличение эффекта еще, скажем, на 5 % означало бы действительно почти полутораметровый экранный параллакс (123,5 см).

Чтобы упростить дело, можно пользоваться следующей таблицей.

Таблица 4

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПАРАЛЛАКСОМ И ЭФФЕКТОМ «ВЫХОД ИЗ ЭКРАНА»

Кажущееся расстояние от экрана до изображения, %	Отрицательный экранный параллакс ($P_э$), мм	Отрицательный параллакс на пленке при $K_э$=35 мм	
5	3,42	0,10	(3, 42 : $K_э$ — коэффициент увеличения при проекции)
10	7,22	0,21	
15	11,47	0,33	
20	16,25	0,46	
25	21,66	0,62	

Кажущееся расстояние от экрана до изображения, %	Отрицательный экранный параллакс ($P_э$), мм	Отрицательный параллакс на пленке при $K_э=35$ мм
30	27,86	0,80
35	35,00	1,00
40	43,33	1,24
45	53,18	1,52
50	65,00	1,86
55	79,44	2,27
60	97,50	2,79
65	120,71	3,45
70	151,67	4,33
75	195,00	5,57
80	260,00	7,43
85	368,33	10,52
90	585,00	16,71

Под отрицательным параллаксом на пленке подразумевается разница между параллаксами точек, помещаемых в плоскость рампы, и точек, изображение которых выносится перед экраном.

Практика показывает, что на домашнем экране можно выводить изображение так, чтобы оно казалось примерно в метре от зрителя, если средним расстоянием, с которого ведется просмотр, считать 3 м. Это соответствует 130-миллиметровому экранному параллаксу. Для глаза, непривычного к стереоснимку, и такой параллакс может показаться слишком большим. Глаза оказываются не в состоянии приспособиться к значительной разнице между аккомодацией и конвергенцией. Проще глаз воспринимает те объекты, по которым взгляд может скользить, начиная от плоскости рампы, и все ближе... Например, по удочке, тянущейся от экрана до вас. Гораздо сложнее рассматривать снятую в воздухе чайку. Но если сфотографирована стая чаек, и глаз имеет достаточное количество «точек опоры» между плоскостью рампы и ближайшей чайкой, он постепенно, с гораздо меньшими усилиями приспосабливается.

Итак, вы хотите сфотографировать стоящего к вам спиной рыболова с удочкой на плече. Исходя из композиции снимка прежде всего решите, какого размера должен быть в кадре сам рыболов. Тем самым вы определите съемочное расстояние для объекта, который собираетесь поместить в плоскость рампы, и теперь вас интересует, насколько ближе по сравнению с экраном будет казаться зрителю конец удочки. У вас в наличии комплект из двух «Любителей» и экран с коэффициентом увеличения 35. Предположим, что с точки зрения композиции наилучшее съемочное расстояние — 4 м.

Вспомним: параллакс рыболова на пленке — 1,88 мм. Конец удочки удален от камер на 2,5 м. Этому на пленке соответствует параллакс в 3 мм. Разница между параллаксами конца удочки и самого рыболова — 1,12 мм (3—1,88). Экранного параллакса у рыболова нет (слайд монтируем так, чтобы изображения рыболова на экране

перекрывались), следовательно, разность параллаксов на пленке (1,12 мм) увеличится на экране в 35 раз и составит 39,2-миллиметровый отрицательный параллакс. По приведенной выше таблице найдем соответствующий этому экранному параллаксу «процент эффекта» — в данном случае изображение будет вынесено перед экраном на 35—40 %.

А можете задачу сформулировать и так: хочу, чтобы конец удочки выдавался перед экраном на 75 %. С какого расстояния надо снимать рыболова? Или: хочу, чтобы рыболов стоял на расстоянии, наиболее подходящем с точки зрения композиции. Но конец удочки все равно должен выдаваться перед экраном на 75 %. Какой длины должен быть конец удочки за плечами рыболова, чтобы добиться такого эффекта?

Примерно такие задачи вам придется ставить перед собой на практике довольно часто. В зависимости от условий задачи ход решения, порой, может оказаться довольно сложным, да и далеко не всегда есть время и желание заниматься подсчетами.

Поэтому есть смысл составить еще одну таблицу, позволяющую вместе с предыдущей быстро получить ответ на интересующий вопрос.

В верхнем горизонтальном ряду таблицы — съемочные расстояния (в метрах) до ближайшего объекта (L_1), в левом крайнем вертикальном столбце — расстояния (в метрах) до объекта, который вы намерены вводить в плоскость рампы (L_2).

Каждому расстоянию съемки соответствует определенный параллакс на пленке (P). Он вычисляется по формуле $P = \frac{B \cdot f}{L}$.

Приведенная здесь таблица составлена для комплекта «Любителей»: $B = 100$ мм, $f = 75$ мм[1]. В нее занесены разности параллаксов ближайшего и наиболее удаленного объекта (в миллиметрах), которые выше условно названы отрицательным параллаксом на пленке[2], потому что на экране они увеличиваются до отрицательного экранного параллакса в случае, если изображение наиболее удаленного

Таблица 5

РАЗНОСТЬ ПАРАЛЛАКСОВ БЛИЖАЙШЕГО И НАИБОЛЕЕ УДАЛЕННОГО ОБЪЕКТОВ (МЕЖДУ L_1 И L_2)
(Для комплекта «Любителей»)

L_2 \ L_1	4,5 м	4 м	3,75 м	3,5 м	3,25 м	3 м	2,75 м	2,5 м	2,25 м	2 м	1,75 м	1,5 м	1,25 м	1 м $P =$ 7,5 мм
5 м ($P =$ $= 1,5$ мм)	0,17	0,38	0,50	0,64	0,81	1,00	1,23	1,50	1,83	2,25	2,79	3,5	4,50	6,00
4,5 м ($P =$ $= 1,67$ мм)		0,21	0,33	0,47	0,64	0,83	1,06	1,33	1,66	2,08	2,62	3,33	4,33	5,83

[1] Таблицы для аппаратов «Смена», «ФЭД-Микрон», «Зенит» приведены в конце книги.

[2] Вычисляем по формуле $P_{L_1} - P_{L_2}$ $\left(\text{или } \frac{B \cdot f}{L_1} - \frac{B \cdot f}{L_2}\right)$.

L_1 / L_2	4,5 м	4 м	3,75 м	3,5 м	3,25 м	3 м	2,75 м	2,5 м	2,25 м	2 м	1,75 м	1,5 м	1,25 м	1 м P = 7,5 мм
4 м (P = = 1,88 мм)			0,12	0,26	0,43	0,62	0,85	1,12	1,45	1,87	2,41	3,12	4,12	5,62
3,75 м (P = = 2,00 мм)				0,14	0,31	0,50	0,73	1,00	1,36	1,75	2,29	3,00	4,00	5,50
3,5 м (P = = 2,14 мм)					0,17	0,36	0,59	0,86	1,19	1,61	2,15	2,86	3,86	5,36
3,25 м (P = =2,31 мм)						0,19	0,42	0,69	1,02	1,44	1,98	2,69	3,69	5,19
3 м (P = = 2,50 мм)							0,23	0,50	0,83	1,25	1,79	2,50	3,50	5,00
2,75 м (P = = 2,73 мм)								0,27	0,60	1,02	1,56	2,27	3,27	4,77
2,5 м (P = = 3,00 мм)									0,33	0,75	1,29	2,00	3,00	4,75
2,25 м (P = = 3,33 мм)										0,42	0,96	1,67	2,67	4,17
2 м (P = = 3,75 мм)											0,54	1,25	2,25	3,75
1,75 м (P = = 4,29 мм)												0,71	1,71	3,21
1,5 м (P = = 5,00 мм)													1,00	2,50
1,25 м (P = = 7,50 мм)														1,50

объекта помещено в плоскость рампы. В своей таблице вы можете заменить отрицательный параллакс на пленке экранным параллаксом. Для этого нужно приведенный в таблице параллакс на пленке умножить на коэффициент увеличения при проекции.

Как пользоваться таблицей? Вспомним приводившееся задание. Коэффициент увеличения экрана 35, конец удочки выдается над плечом рыболова на 1,5 м. С какого расстояния надо сфотографировать рыболова, чтобы поместить его в плоскость рампы, а конец удочки выдавался с экрана на 75 %?

Пользуясь таблицей 4, находим, что желаемый эффект требует отрицательного параллакса на пленке в 5,57 мм. Теперь по таблице 5 надо найти такое съемочное расстояние (до рыболова), чтобы полутораметровое расстояние между объектами соответствовало желаемому отрицательному параллаксу на пленке.

Как видите, решить поставленную задачу не так-то просто, если вы не хотите, чтобы конец удочки оказался нерезким. Минимальное

съемочное расстояние, которое еще можно принимать во внимание, примерно 1 м. Так что рыболова надо будет снимать с расстояния в 2,5 м. Отрицательный параллакс на пленке будет равен 4,75 мм. По таблице 4 вы определите, что соответствующий этому выход в зал чуть-чуть превысит 70 %.

Кроме того, надо продумать все, что связано с глубиной резкости: какой должна быть диафрагма и какую выбрать дистанцию наводки на резкость. Эта тема затрагивалась в первой части книги.

Рассмотрим и вторую задачу: насколько для достижения того же эффекта (75%) должен выдаваться над плечом рыболова конец удочки, если фотографируемый в плоскость рампы рыболов снят с расстояния в 4,5 м.

По таблицам 4 и 5 можно подсчитать, что конец удочки должен находиться в одном метре от камеры, то есть длина выступающей части удочки должна составлять 3 м. Разумеется, при такой комбинации надо очень точно учитывать глубину резкости.

Вообще при 100-миллиметровом базисе довольно сложно добиться на экране больших отрицательных параллаксов и сохранить при этом нужную глубину резкости.

Если же вы хотите получить на экране большие отрицательные параллаксы и одновременно сохранить все изображения резкими, надо несколько увеличить съемочный базис. Но не забывайте, что при этом несколько увеличивается эффект макета.

Теперь можно ответить и на вопрос: как получить объемное изображение самолета, о чем мы вели разговор раньше.

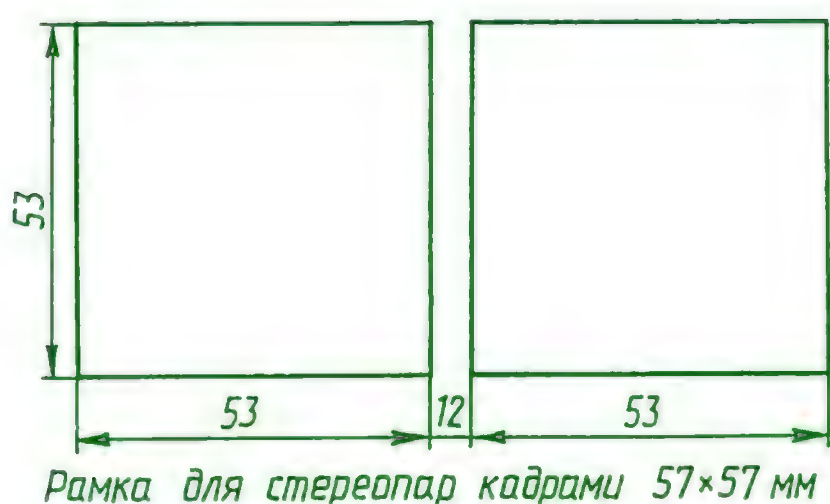
Предположим, что все условия остаются прежними: съемочный комплект из аппаратов «Смена» ($B=116$ мм, $f=40$ мм), коэффициент увеличения экрана — 35. Длина самолета — 50 м, съемочное расстояние — 1000 м.

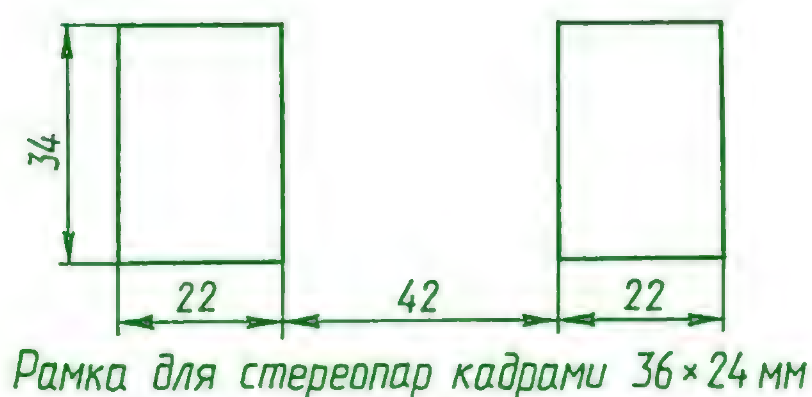
Простой расчет показывает, что на экране вы получите изображение самолета длиной в 70 мм. Такой величины макет самолета настолько мал, что его пришлось бы рассматривать почти вплотную. Но ведь монтаж с отрицательным параллаксом как раз и позволяет вывести изображение с экрана и приблизить к зрителю! Как смонтировать стереопару, чтобы изображение было выведено с экрана на желаемое расстояние, вы уже знаете. Вопрос только в том, каков должен быть съемочный базис, чтобы избежать эффекта кулис?

Для фотографирования с расстояния в 1 км оптимальный базис составляет 20 м. Но сейчас вы в несколько необычном положении. Изображение на экране предстоит рассматривать так, как будто это маленький макет, следовательно, фотоаппараты могут имитировать положение глаз, рассматривающих макет.

Допустим, что вы решили вынести изображение с экрана на 30 %. Смотреть на него предполагается с 3 м от экрана. Следовательно, фотографирующие самолет аппараты сконвергированы на столько же, на сколько глаза, смотрящие на предмет с двух метров. Вспомните тригонометрию, и вы определите, что съемочный базис может быть равным 32,5 м. При таком базисе снимать не просто. В разделе «Маленькие хитрости» вы найдете совет, как использовать для создания базиса движение самого объекта.

В заключение заметим, не злоупотребляйте «эффектными» снимками. Если эффект не обоснован с точки зрения композиции и темы, он не улучшит общее впечатление, а скорее испортит.





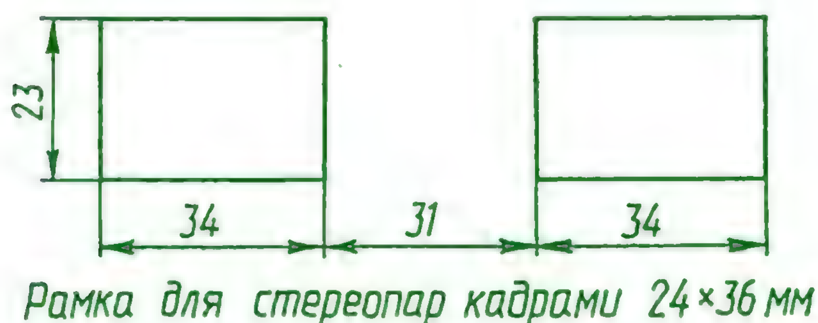




Рис. 39. Размеры окошек в стереорамках

14. МОНТАЖ СЛАЙДОВ ДЛЯ ПРОЕЦИРОВАНИЯ

До начала изготовления проектора надо решить, какими слайдовыми рамками воспользоваться — готовыми или самодельными. Запомним, какие готовые рамки имеются в продаже.

1. Рамки для кадра 24×36 мм. Размеры окошек 23×34, внешние размеры 50×50 мм.

2. Рамки для кадра 57×57 мм. Размеры окошек 53×53 мм, внешние размеры 70×70 мм.

3. Рамки для кадра 18×24 мм. Размеры окошек 17×23 мм, внешние размеры 50×50 мм.

Нужно сказать, что готовые рамки при проекции вертикальных кадров размером 24×36 мм и при проекции кадров, полученных фотоаппаратом «ФЭД-Микрон», не очень подходят — для обеспечения плоскости рампы остается лишь 1 мм. Поэтому лучше готовить рамки самим, шириной окошек не 23, а 22 мм (рис. 39). При использовании готовых рамок для широкой пленки наиболее подходит базис светоблоков 68—70 мм. В таком случае рамки соединяют стык в стык, не нужно оставлять промежуток между рамками и спиливать края.

При обычной 35-миллиметровой пленке наиболее подходит 48—50-миллиметровый базис, но вряд ли удастся достичь его. Об этом говорилось в предыдущем разделе. Скорее всего, придется рассчитывать на базис около 65 мм, а это означает, что при монтаже отдельных рамок в стереорамку между ними должен остаться промежуток в 1,5 см.

В любом случае рамки как для широкой, так и 35-миллиметровой пленки нужно монтировать в пары с помощью проектора, иначе на экране рамка в рамку может не попасть. Отклонения в размерах самих рамок бывают до 1,5 мм. Разумеется, и монтаж слайдов в рамках желательно делать с помощью проектора. Следовательно, конструкция проектора должна способствовать осуществлению такой операции.

На практике зачастую делают так: проектор изготавливают с таким расчетом, чтобы при необходимости можно было легко удалить слайдовую кассету. Кроме того, полоски для регулирования расстояния

объективов делают такими, чтобы они позволяли на 3—5 см добавочно удалить объективы по сравнению с их обычным положением по отношению к конденсору. Тогда объективы настраивают на резкость слайдовую пару, которая теперь уже не прижимается к конденсору, а отстоит от него на 3—5 см.

Авторы используют монтажную установку, описание которой приводится ниже, но многие практики утверждают, что можно обойтись и более простой — манипулировать слайдами в рамках вручную. Чтобы на слайдах не оставалось отпечатков пальцев, надевают тонкие перчатки.

Использование готовых рамок имеет еще одно преимущество — слайды не надо вклеивать в рамки, они и так надежно держатся в них, причем слайд в рамке можно сдвигать на те 2 мм, которые нужны для установки плоскости рампы.

Однако допустим, что вы решили сделать рамки сами. В таком случае отпадает довольно хлопотный монтаж отдельных рамок в стереорамку. Слесарю-инструментальщику совсем не трудно изготовить матрицу, с помощью которой на простом прессе можно штамповать рамки. Но и вырезание их вручную, скажем из ватмана, не сложно, особенно, если применить металлический трафарет.

Внешние размеры рамки зависят от слайдовой кассеты проектора, поэтому здесь приводятся только размеры и размещение окошек.

Рассмотрим далее, какие комплекты аппаратов больше всего подходят, чтобы сделать стереокадры для экрана.

Об использовании двух фотоаппаратов «Любитель» на ручном штативе уже говорилось в первой части книги. Базис — 100 мм, фокусное расстояние — 75 мм, широкая пленка, одна катушка дает 12 кадров (значит, две катушки дают 12 стереокадров).

Стандартные размеры окошек рамки приведены на рисунке 39 (первый сверху). И при этом, и при последующих вариантах предполагается, что оптический базис светоблоков проектора 65 мм, центры окошек рамки совпадают с оптическими осями светоблока и принцип «рамка в рамку» обеспечивается сдвигом объективов (см. начало раздела 13). Размеры, обозначающие расстояние окошек рамки одно от другого, могут колебаться в зависимости от конструкции проектора, поэтому они приводятся в скобках.

Комплект из двух помещенных рядом на штативе камер с кадровым полем 24×36 мм. Камеры есть в продаже в широком ассортименте. Пригодны все те, у которых имеется спусковой тросик. Но при съемках для экрана фокусное расстояние объективов имеет гораздо большее значение, чем при фотографировании для стереоскопа. Хорошенько поразмыслите над материалом предыдущего раздела и решите, какие аппараты вам больше всего подойдут.

Комплект из двух смонтированных донышками камер с кадровым полем 24×36 мм. Размеры и расположение кадровых окошек приведены на рисунке 35 (третий сверху). Но вообще смонтированные таким образом аппараты не очень подходят, чтобы снимать для экрана (экран будет узким и высоким, что не желательно). Преимущество только в малом стереобазисе (примерно 65 мм), что позволяет при съемке смелее относиться к близко расположенным объектам, потому что благодаря меньшему параллаксу такие объекты легче монтируются в плоскость рампы. Но если ваш выбор определяется именно этим, то можно рекомендовать следующий комплект.

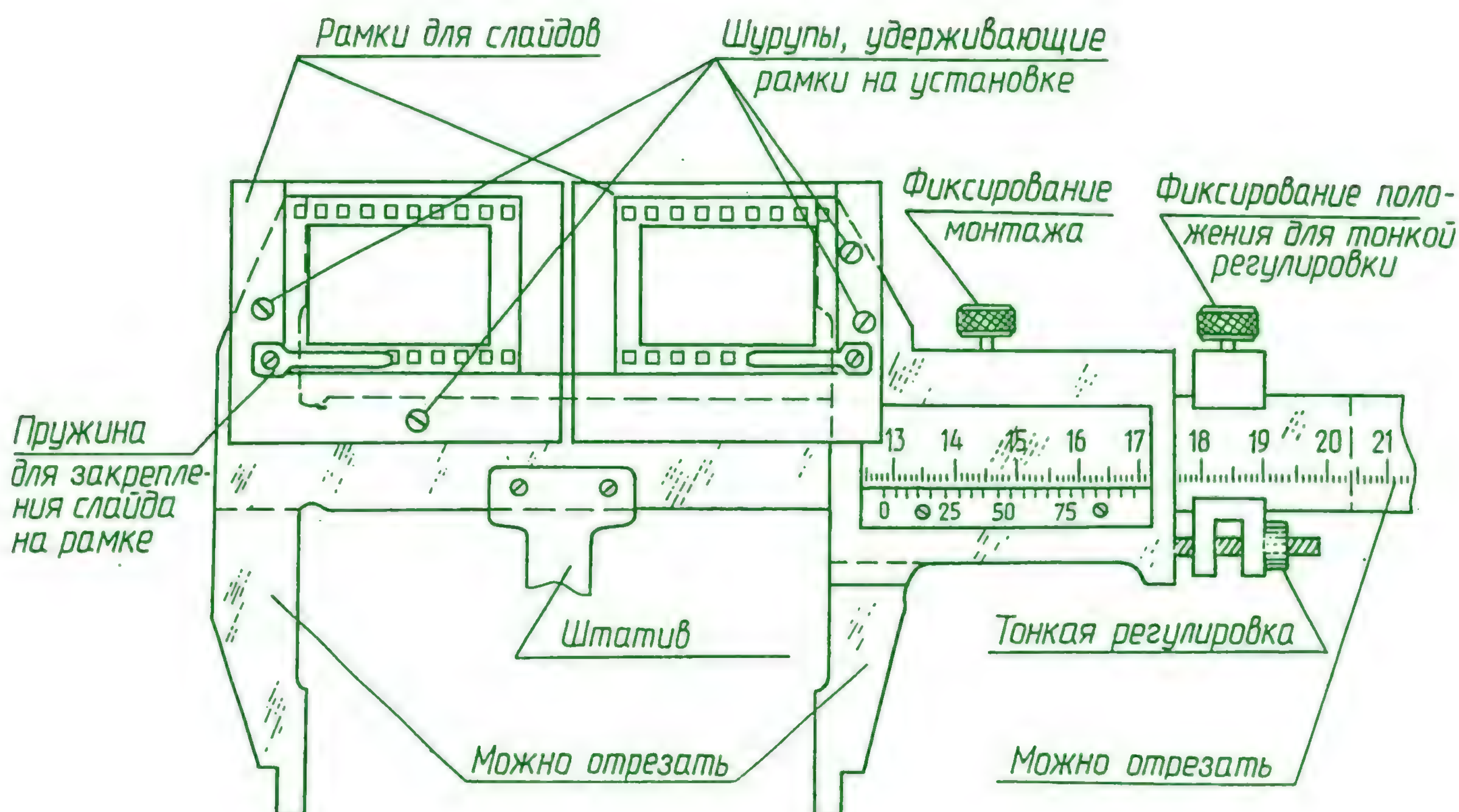


Рис. 40. Установка для монтирования слайдов

Комплект из двух смонтированных донышками фотоаппаратов «ФЭД-Микрон» ($B=60$—65 мм, $f=30$ мм). Несмотря на то, что аппараты смонтированы донышками, снимки можно проецировать на обычный, а не на повернутый на бок экран. Дело в том, что у «ФЭД-Микрона» кадры на пленке располагаются не так, как у других аппаратов, ведь здесь при обычной 35-миллиметровой пленке кадр имеет размеры 18×24 мм. Так что из одного ролика вы получите не 36, а 72 кадра. Недостаток в том, что стереопару с уменьшенным размером кадров нельзя показывать на очень большом экране. Максимальная его ширина 100—130 см, что соответствует коэффициенту увеличения 45—60.

А теперь познакомимся с установкой, облегчающей монтаж. С помощью этой установки и клейкой ленты вы можете прежде всего установить слайды в правильное положение (смонтировать плоскость рампы), затем вклеить готовую стереопару в рамку. Это особенно удобно при использовании самодельных рамок. Но установку можно применить и при монтировании стереорамки из готовых монорамок. В таком случае добиваются правильного положения слайдов после их установки в рамке вручную. Вот почему мы и остановимся ниже только на том, как монтировать слайды до их обрамления.

При обработке металла для измерений, точность которых не превышает сотых долей миллиметра, применяется знакомый вам всем инструмент — штангенциркуль. Он изредка бывает в продаже в магазинах скобяных товаров. Если вам удастся его приобрести, то, приспособив его, вы получите достаточно точный инструмент для монтажа диапозитивов. Надо только отрезать лишнее, сделать коробки для закрепления диапозитивов и привинтить их к штангенциркулю (рис. 40).

Держать в руках приспособление перед слайдовой рамкой проектора неудобно, поэтому можно сделать штатив и установить на нем

монтажное приспособление в том положении, которое требуется.

Найдя правильное положение диапозитивов, вы должны его зафиксировать с помощью клейкой ленты. Вот почему коробки делаются так, чтобы перфорированные края пленки были свободны. Между двумя кадрами наклейте полоску ленты пошире, тогда можете быть уверены, что стереопара, когда вы будете вынимать ее из коробки, уже не сдвинется. Оба диапозитива надо вынимать из коробки одновременно, поэтому пружины-фиксаторы должны быть не очень тугими. Если, вынимая стереопару, вам придется тащить ее с большим усилием, могут растянуться полоски клейкой ленты.

При вертикальном кадре (снимки сделаны комплектом из двух скрепленных донышками аппаратов) коробку надо крепить к штангелю в «стоячем» положении.

Если вы монтируете кадры 6×6 см, то коробки должны быть бо́льшими.

15. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕРЕОПРОЕКТОРА

Проектор состоит из следующих частей:

1. Световой блок.

В него входят конденсор (две соединенные конденсорные линзы), источник света, концентрирующая линза (она находится между конденсором и источником света). В простейших проекторах конденсор и концентрирующую линзу может заменять одна линза, в более совершенных имеются еще усиливающее световой поток вогнутое зеркало и тепловой фильтр, не пропускающий инфракрасное (тепловое) излучение.

2. Корпус, в котором крепятся детали светового блока.

3. Магазин для снимков с системой их подачи.

4. Объектив, закрепленный таким образом, что его можно двигать в направлении оптической оси.

5. Вентилятор для охлаждения светового блока.

6. Трансформатор. Он необходим только в том случае, когда используются лампы, рассчитанные на напряжение 12, 24 или 30 вольт (например, галогенные). Трансформатор должен обеспечивать лампу необходимым напряжением и одновременно соответствовать ее мощности.

7. Кожух. Он служит для того, чтобы свет, идущий из светового блока, не мешал смотреть на экран. Кроме того, проектор с кожухом красивее выглядит.

Стереопроектор состоит из двух обычных проекторов, соединенных меж собой. Расстояние между оптическими осями светоблока обычно около 65 мм.

Проекционные фильтры, а также очки-фильтры поглощают значительную часть света (около 80 %), поэтому ваш стереопроектор должен иметь как можно большую «светосилу». Дуговой источник, применяемый в кинопроекторах, вы, разумеется, использовать не можете. Опыт показывает, что для проектора подходит источник света мощностью 300—500 Вт.

Световой поток проектора зависит не только от источника света, но и от светосилы проекционных объективов. Объективы светосилой 1/2—1/2,5 и лампы 500 Вт обеспечивают нормальную освещенность































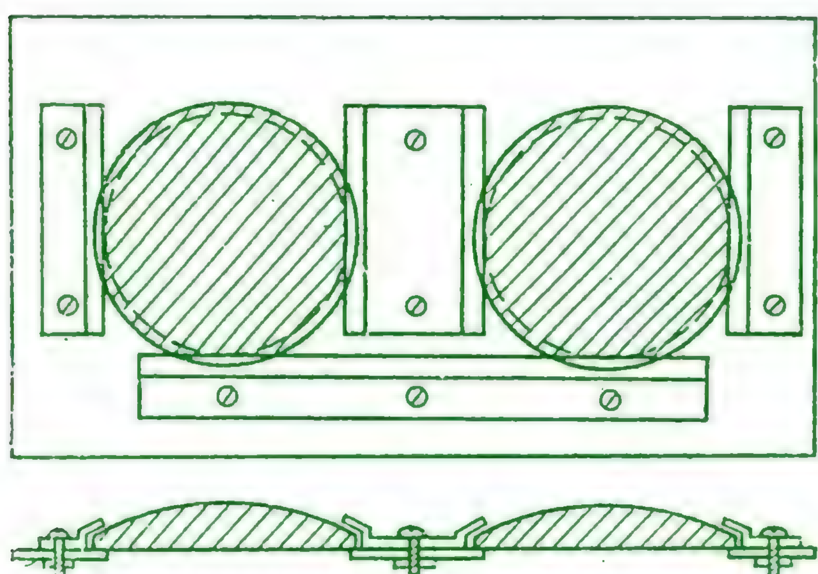










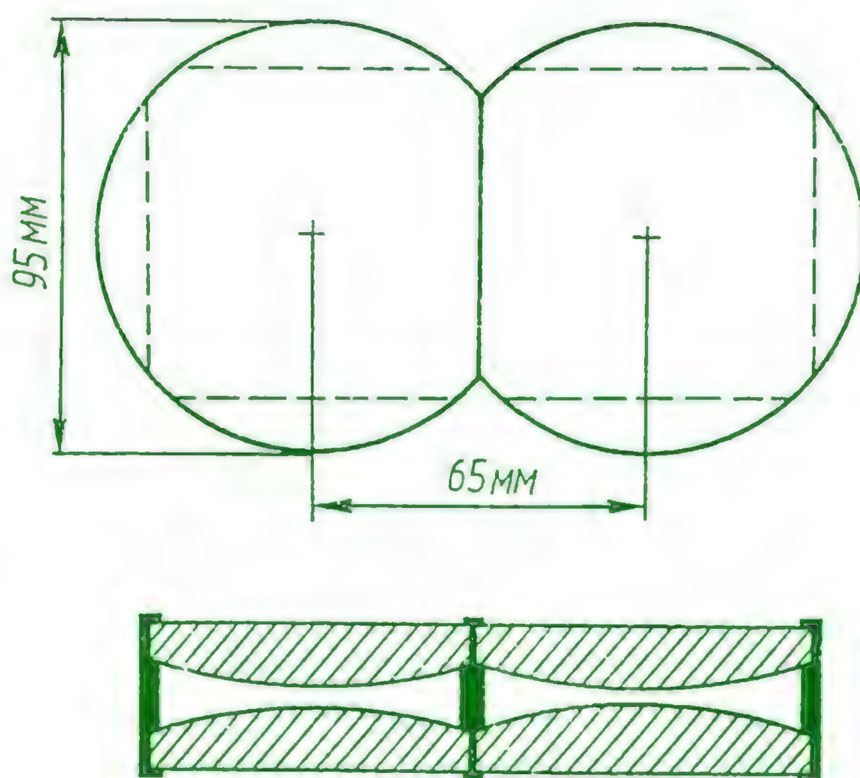


Рис. 41. Схема стереопроектора
Рис. 42. Детали светового блока (линзы, зеркала), соединенные попарно

экрана шириной в 2,5—3 м. Если лампа имеет мощность 300 Вт и объективы взяты от обычных диапроекторов, ширина экрана может быть 1,5—2 м.

На рисунке 41 дана принципиальная схема стереопроектора.

Точные рабочие чертежи заняли бы в книге слишком много места. Нужны отдельные чертежи проектора для демонстрации узко(кино)-пленочных кадров, причем как вертикальных, так и горизонтальных, и проектора для широкопленочных. Многое зависит еще от вашего умения и возможностей. Главным образом вы должны рассчитывать на свою изобретательность. Но может быть пригодятся и некоторые наши рекомендации.

Световой блок и корпус. При его изготовлении самое сложное — зафиксировать и закрепить детали в строго заданном положении.

Один из способов — попарный монтаж деталей. Это упрощает настройку системы.

На рисунке 42 показан самый простой способ, как крепить детали попарно. Так вы можете смонтировать линзы, тепловые фильтры и зеркала, при изготовлении проектора для кинопленки — и конденсорные линзы. Если вы делаете проектор для кадра 6×6 см, то этот способ закрепления конденсорных линз не подходит. Линзы слишком большие. При изготовлении крепежных рам надо учесть, что линзы в оснастке должны располагаться свободно, иначе от расширения при нагревании они лопнут. Как закрепить рамы в корпусе светового блока, зависит от вашей смекалки.

Каким должен быть корпус светового блока, вы представляете. Учтите только, что в нем нужно просверлить отверстия, позволяющие вентилировать весь световой блок, а не только лампы, потому что больше всего нагреваются тепловые фильтры.

При изготовлении корпуса светового блока нужна точность, чтобы линзы и зеркала оказались впоследствии в правильном положении. Не старайтесь сделать корпус из одного куска жести, обрабатывая ее молотком на уголке кухонной плиты. Наверняка ничего не получится! Лучше обратитесь за помощью к слесарю-инструментальщику.

Намного облегчается изготовление стереопроектора для 35-миллиметровой кинопленки, если вы имеете возможность использовать готовый световой блок вместе с линзами. Например, два светоблока

диапроектора «Свитязь», установленные рядом, дают базис оптических осей точно в 65 мм. И лампы подходящей мощности — по 300 Вт. Еще можно применить объективы и трансформаторы «Свитязя».

Вентиляторы «Свитязь» в спаренном виде не очень подходят для вентиляции светоблока. Надежнее использовать такой вентилятор, крыльчатка которого напоминает скалку с ребрами. Такие вентиляторы применяются в некоторых электрорадиаторах, фенах и так далее. Вентилятор можно смонтировать над промежутком между двумя светоблоками. Он должен засасывать нагретый в светоблоке воздух и направлять его в сторону. Может показаться также, что вентилятор, который нагнетает воздух,— охлаждает лучше. Но это только кажется. После того, как вы закроете проектор кожухом, нагретый воздух начинает просто циркулировать в светоблоке. Предугадать направление воздушного потока невозможно, несмотря на имеющиеся в соответствующих местах отверстия для выхода воздуха. При использовании же всасывающего вентилятора можно дополнительно просверлить отверстия в тех местах, где поначалу охлаждение окажется недостаточным. Между прочим, засасывает вентилятор или нагнетает, зависит только от его расположения.

Прежде всего вентиляционные отверстия необходимы в донышке корпуса светоблока. Слишком много их просверливать тоже не стоит. Лучше всего должны вентилироваться теплофильтры и лампы.

Вентилятор монтируется на отдельных опорах и так, чтобы он не соприкасался с корпусом светоблока (иначе не избежать вибрации). Под опорами должны быть резиновые прокладки.

Светоблок для кадра 6×6 см неизбежно придется делать самим. Из деталей проектора для 35-миллиметровой кинопленки можно использовать концентрирующую линзу, зеркало, лампу, трансформатор и тепловой фильтр. Последний надо поместить не между двумя конденсорными линзами, а между задней конденсорной и концентрирующей линзами (размеры теплового фильтра 5×5 см, между конденсорными линзами края фильтра будут заметны на экране). При размещении вентилятора в первую очередь учитывайте охлаждение теплового фильтра — он теперь ближе к лампе, а перегревшийся фильтр склонен лопаться.

Диаметр конденсорных линз должен быть не меньше 95 мм. Это осложняет монтаж конденсорного блока. Центры расположенных рядом линз находятся на расстоянии 95 мм один от другого, следовательно, нужно у каждой линзы отрезать с одного края сегмент шириной в 15 мм. Но можно отрезать сегменты и со всех четырех краев (на рисунке 43 показано пунктиром). В домашних условиях конденсорные линзы обрезать не просто. Придется использовать наждак, которым пользуются при обработке стекла — металлический круг с нанесенным на него абразивным порошком.

Конденсорные линзы могут быть и большего размера. Но в таком случае, разумеется, и отрезаемый сегмент должен быть шире. Постарайтесь все же раздобыть линзы подходящего размера, потому что чем больше линзы, тем они толще, а значит, поглощают больше света, что нежелательно.

Обрезанные края покройте черной краской, иначе конденсор будет давать внутренние отражения — помехи.

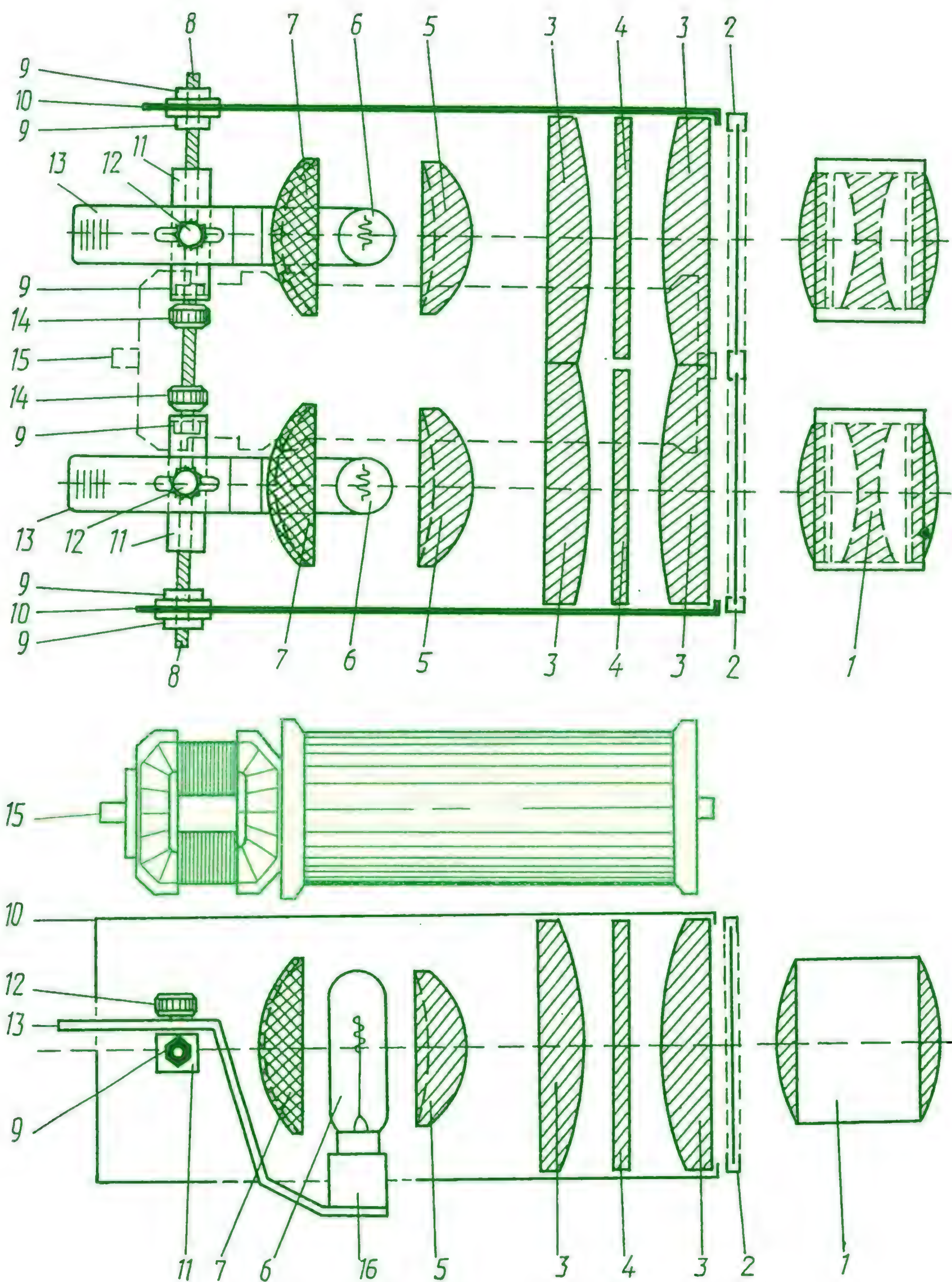


Рис. 43. Соединение больших линз конденсорного блока

Неизбежной деталью светоблока является фиксатор лампы. Он должен позволять двигать лампу во всех направлениях и прочно фиксировать ее окончательное положение.

Одна из простейших конструкций фиксатора приведена на рисунке 43. Она состоит из следующих деталей:

а) оси (8) с винтовой резьбой, которая проходит горизонтально через оба сектора светоблока на высоте оптических осей и перпен-

дикулярно к ним. К корпусу светоблока (10) она крепится с помощью гаек и шайб (9), одновременно укрепляя его;

б) двух мостов (11). Они служат для фиксирования вертикального положения лампы. Мост вращается вокруг оси (8) и закрепляется в требуемом положении фиксаторным винтом (14). С другой стороны мост поддерживает гайка (9). Для большей надежности рекомендуется эту гайку усилить контргайкой;

в) двух ползунков для фиксирования горизонтального положения лампы (13). Одновременно ползунок служит и штативом лампы. Продолговатое отверстие позволяет двигать ползунок вдоль оптической оси, а лампу — вбок; для этого надо только открутить фиксаторный винт (12). Ползунок-штатив можно изготовить из 1,5-миллиметровой жести.

Ползунок, пожалуй, одна из самых ответственных деталей фиксатора, особенно при использовании лампы напряжением 220 вольт. Он должен быть абсолютно надежно изолирован от цоколя лампы! Корпус проектора ни в коем случае не должен попадать под напряжение, это опасно для жизни!

Четко отработанной должна быть система электрообеспечения. Если нет в этом деле навыков, надо призвать на помощь специалиста-электрика.

1. Каждый из светоблоков проектора должен иметь свои предохранители.

2. Металлический корпус, как и вентилятор, должен быть заземлен.

3. Система выключателей должна обеспечивать включение каждого светоблока в отдельности и обоих вместе в двух режимах — последовательно и параллельно. Режим последовательного включения нужен, например, при монтаже диапозитивов, где не требуется мощный свет.

4. Еще где-нибудь близ магазина для снимков может быть установлен слабый источник света, так вам легче будет менять снимки.

Не огорчайтесь, если из проектора с кожухом пробивается немного света. Если зрители сидят не в полной темноте и видят неосвещенную часть экрана, лучше воспринимается плоскость рампы.

Смена снимков и магазин для них. Тут вы можете проявить неограниченную изобретательность. Назначение магазина снимков — фиксировать стереопару перед конденсорными линзами в определенном положении (на рисунке 43 магазин вместе со стереопарой обозначен номером 2).

Обойму можете сделать такую же, как и у линзового стереоскопа. Да и снимки в ней можно менять точно так же. Это просто, но не совсем удобно. При смене снимков экран несколько секунд пуст и ярко освещен. Это мешает смотреть следующий снимок — глазам нужно время, чтобы привыкнуть. Можно, конечно, на время смены снимков выключать лампы проектора, но после полной темноты опять же понадобится привыкание. Кроме того, нежелательно все время включать и выключать лампы.

Поэтому целесообразно вместо обычного кармашка для снимков сделать магазин для двух слайдов-стереопар, который передвигался бы горизонтально между направляющими, держащими его сверху и снизу. Пока вы демонстрируете слайд в одной части магазина, можно поменять слайд в другой его части. Передвигая магазин из одного крайнего положения в другое, вы одновременно располагаете перед

объективом новый снимок, избегая при этом освещения экрана во всю мощь.

Гнезда для слайдовых рамок в магазине можно расположить и одно над другим. В таком случае направляющие делаются по бокам магазина. Преимущество здесь в том, что слайды можно менять с одной стороны проектора и оба кадра стереопары сменятся в одно и то же мгновение. Несколько сложнее фиксировать магазин в верхнем крайнем положении. Но если немного подумать, все можно отработать, как надо. Такой магазин смотрится лучше предшествующего — он квадратный, а не продолговатый.

Объективы. Для кадра 24×36 мм выпускаются различные проецирующие объективы, но в магазинах фототоваров они в продаже бывают редко — нет спроса. Объектив в проекторе, как правило, выходит из строя последним. И все же подбор подходящих объективов не должен быть делом сложным. Вообще годятся почти все объективы: и проекционные, и объективы для фотоаппаратов и фотоувеличителей. Надо только следить, чтобы у них была достаточная светосила (относительное отверстие не меньше чем 1:4,5) и подходящее для проецирования фокусное расстояние (с 75 до 150 мм).

Труднее найти объектив для проецирования кадра 6×6 см.

Специальные, рассчитанные на широкую пленку объективы в проекционных прожекторах, используемых в театрах и клубах (например, Meopta Divar), не слишком дороги и не редкость, но в свободную продажу, естественно, не поступают — не было спроса. Следовательно, нужно приспособить или переделать объективы, предназначенные для других целей.

Надо только учесть при этом следующие моменты.

Как правило, у проекционных объективов нет возможности менять диафрагму (это просто не нужно). Для проецирования не используются широкоугольные объективы.

Чаще всего проекционный объектив состоит только из линз и тубуса — трубковидной оболочки, в которую монтируются линзы. Так что проекционные объективы по конструкции несколько проще съемочных. А по оптической схеме могут быть очень сложными, потому что необходимость в устранении аберраций (искажений) здесь такая же, как и при съемке.

При выборе объективов для стереопроекции надо учитывать следующее:

1. Чтобы фокусное расстояние объективов более-менее соответствовало выбранным вами экрану и плоскости рампы. Нет необходимости в создании большого отрицательного параллакса, если проектор и зритель находятся в двух метрах от экрана. Если экран имеет ширину около полутора метров, проектор должен находиться от него не менее чем в трех метрах.

2. Чтобы выбранные вами объективы вообще позволяли проецировать диапозитивы. Эта проблема возникает в основном при широкой пленке. Слайды кинопленки можно проецировать почти любым объективом. А вот широкая пленка может «не вместиться в объектив» — когда вы сделаете картину на экране резкой, заметите, что углы кадра выпукло «срезаны» или в углах появляются искажения. У простейших линзовых систем (например, «Триплет») полезное поле снимка зачастую достаточно велико и для широкой пленки, но со

сложными системами может случиться, что объектив такую пленку проецировать не позволяет.

Из отечественных проекционных объективов для широкой пленки самый подходящий «Триар-1», который входит в комплект проектора «Киев-66 универсал». Относительное отверстие его 1:3,5, фокусное расстояние 150 мм.

Можно использовать еще и объективы для фотоувеличителей, например, «Вега 5У» (4/105), «Вега 6У» (4/75), «Индустар 23У» (4,5/110), «Индустар 58У» (3,5/75), «Индустар 55У» (4,5/140) и другие.

3. Объективы должны обладать как можно большей светосилой. Это само собой разумеется — ведь проекционные фильтры поглощают много света. Правда, это можно компенсировать более мощной проекционной лампой, но тогда потребуется и более надежная система вентиляции.

Вообще так: чем большего диаметра линзы объектива, тем больше его светосила (конечно, светосила зависит и от других факторов), но вы должны учитывать и то, чтобы диаметр одного объектива (вместе с тубусом) не превышал 65 мм.

Если у вас есть возможность воспользоваться объективом из проекционного прожектора, знайте, что это объектив с большой светосилой.

На каждом объективе в виде дроби нанесены два числа, например, «Триплет» 2,8/78. Запомните, первое из них указывает светосилу (чем меньше эта цифра, тем больше светосила), второе — фокусное расстояние, и оба числа для нас очень важны.

Наиболее доступны, пожалуй, объективы *Amar/S* (4,5/105). Они в качестве сменных прилагаются к выпускаемым в ПНР фотоувеличителям «Крокус», весьма у нас распространенным. Эти универсальные увеличители отличаются хорошим качеством, дают возможность изготовить копии как с микрофильмов, кинопленки, так и с широкой пленки и потому их покупают и те фотолюбители, которые не снимают на широкую пленку. А именно для нее в основном и предназначен *Amar/S*. Так что для любителей, работающих с пленкой 35 мм, *Amar/S* не так уж нужен...

Конечно, *Amar/S* не идеальный проекционный объектив, но из-за отсутствия других можно вполне им воспользоваться.

Объективы можно крепить с помощью соответствующей оснастки перед корпусом светоблока, но предпочтительнее сделать для них отдельный держатель, привинтив его к основанию аппарата. Тогда крепление объективов не будет мешать использованию монтажной установки.

Конструкция держателя для объективов должна обеспечивать их подвижность в продольном направлении без изменения положения относительно оптических осей светоблока. Двигать объективы приходится не только в том случае, если вы решили изменить расстояние до экрана, но и для тонкого регулирования резкости изображения. Магазин для снимков практически невозможно сконструировать так, чтобы при точной установке аппарата не требовалась дополнительная регулировка резкости.

Проще всего изготовить держатель для объективов на базе приспособления, предназначенного для макросъемки зеркальной камерой. Такие приспособления в фотомагазинах продаются и стоят недорого.

На фото (рис. 44) вы видите держатель, изготовленный на базе установки для макросъемки. Лишние детали отрезаны, гармошка убрана. Вместо держателя фотообъектива смонтировано основание, к которому прикреплены проекционные объективы П-4 (2/100).

Чтобы удобнее было крепить объективы *Amar/S*, вы можете удлинить тубусы объективов промежуточными кольцами фотоаппарата «Зенит».

Настройка проектора. Прежде всего, разумеется, надо позаботиться о том, чтобы были точно установлены детали светоблока. Для проверки точности клейкой лентой закрепите на зеркалах и линзах кресты из черной нитки, отметив ими центры зеркал и линз. Если при взгляде внутрь светоблока со стороны конденсора все кресты совпадают, светоблок настроен.

Сделайте кресты из ниток и на объективах (с обоих концов). Теперь при взгляде через линзы объективов должны совместиться шесть крестов (два на линзах конденсора, два — на объективах, один — на концентрирующей линзе и один — на зеркале).

Передвиньте объективы на держателе, как бы регулируя резкость, из одного крайнего положения в другое. Если держатель объективов закреплен правильно, то положение крестов не изменится.

Положение ламп можно регулировать после того, как установлен экран. Прежде всего установите проектор с максимальной точностью в требуемое положение. Найдите центры кадров, другими словами — точки, куда направлены оптические оси проектора. Отметьте их на экране кусочками черной клейкой ленты.

Затем настройте на резкость объектив (например, левый) так, чтобы на экране четко была видна нить накаливания левой лампы. Если это не удается, значит объектив недостаточно приближается к нити фотоаппарата. В этом случае попробуйте на время удалить линзы из осветительной системы. Правую лампу на это время выключите. Вероятнее всего, вы увидите и второе изображение нити накала, которое дает зеркало. Совместите два изображения так, чтобы они накладывались один на другой, но с небольшим сдвигом — витки спирали одной нитки между витками другой. Аналогичную операцию проделайте со второй половиной проектора.

16. ЕЩЕ РАЗ О СЪЕМКАХ ДЛЯ АНАГЛИФОВ

Теперь можно уже признаться в том, что анаглифы снимаются не совсем так, как описывалось в первой части книги. Пора сказать и о том, как это делается на самом деле. Тем более, что вы уже накопили достаточный опыт фотографирования, знаете, как вычислить параллакс, и в курсе происходящего на экране (а ведь цветные анаглифы можно рассматривать как экраны соответствующих размеров!).

В этом разделе мы объясним, что происходит при съемках конвергированными аппаратами.

Анаглифы смотрят обычно с расстояния 30 см. Практика показывает, что пространственное восприятие создают параллаксы, не превышающие на анаглифе 5 мм. Оптимальный сдвиг между идентичными точками равен 3 мм. Значит, если одни объекты находятся в плоскости анаглифа, то остальные могут иметь параллакс в положительную или отрицательную сторону (или в ту и другую) не более 5 мм.

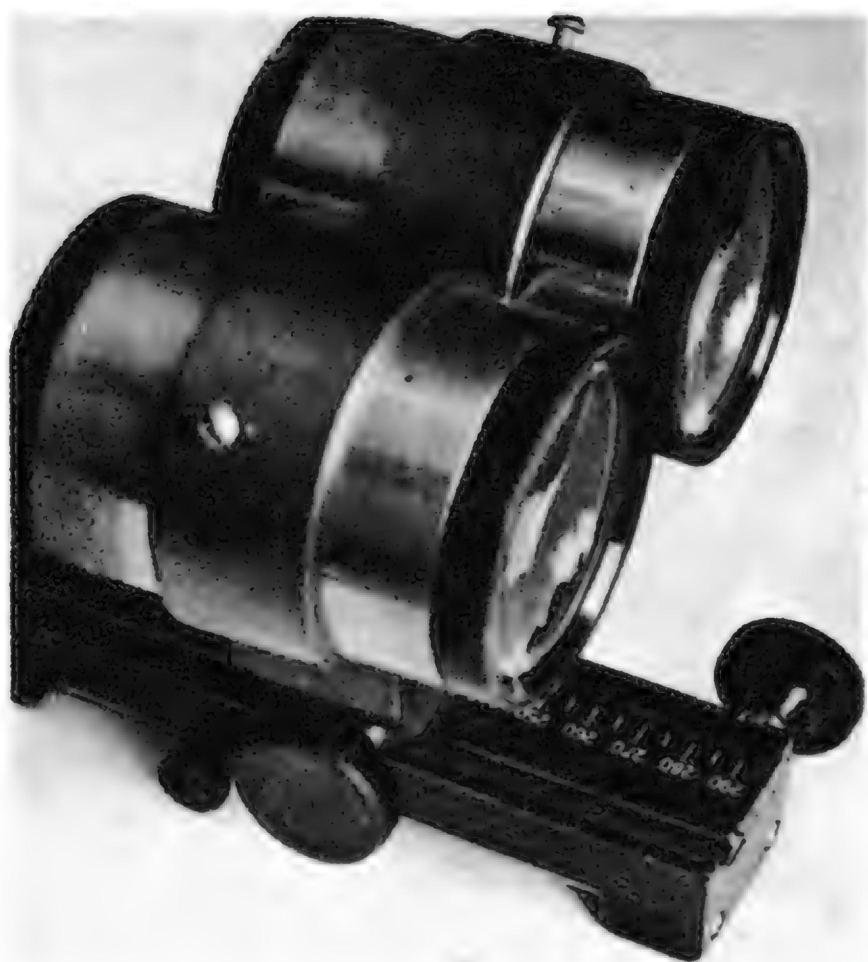


Рис. 44. Держатель с укрепленными на нем объективами

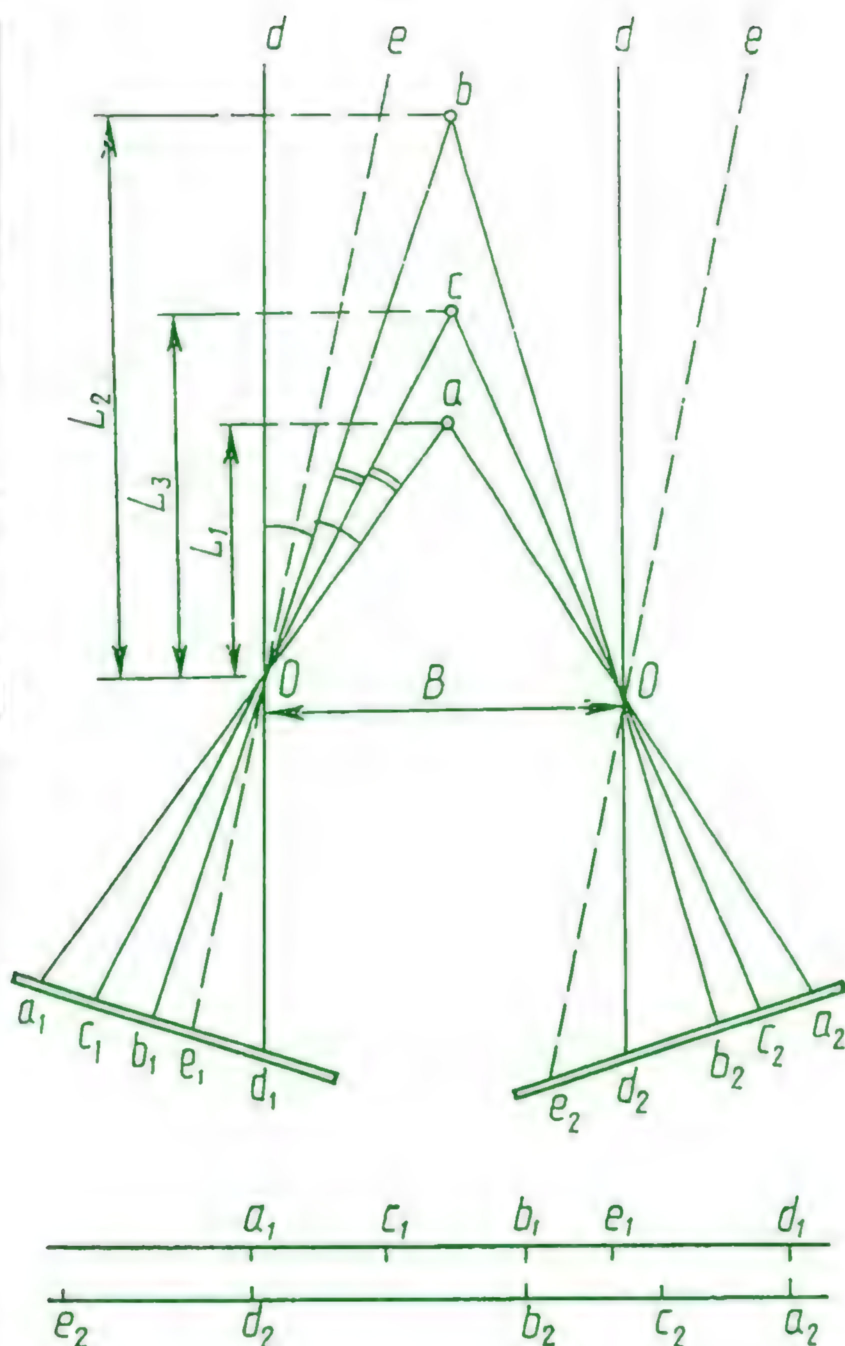


Рис. 45. Схема съемки объектов на разных расстояниях конвергированными аппаратами

При бо́льшем параллаксе анаглифы надо рассматривать с бо́льшего расстояния. Поскольку по сравнению с обычной стереокартиной анаглиф в любом случае будет выглядеть утонченней, то очень ва́жно, чтобы снимок имел как положительный, так и отрицательный параллакс, причем и тот и другой — оптимальный. Объект, на который были нацелены аппараты, монтируют при копировании так, чтобы он был в плоскости анаглифа. В таком случае все объекты, расположенные при съемке дальше него, дадут положительный параллакс, а ближние — отрицательный. Понятно, что в отличие от съемки с параллельными оптическими осями параллакс теперь будут давать и объекты в бесконечности. Конвергенцию нужно найти такую, чтобы положительный параллакс объектов в бесконечности (или самого дальнего из вошедших в кадр объектов) был равен отрицательному параллаксу ближайшего объекта и оба они были равны 3 мм (максимально 5).

На рисунке 45 схематически изображена съемка с конвергенцией. На плоскости $a_1c_1b_1e_1d_1$ и $e_2d_2b_2c_2a_2$ (это плоскости негативов в фотоаппаратах) проецируются через объективы *O* точки *a, c, b, d, e*. Точка *a* находится от аппарата на расстоянии L_1, точка *c* — на расстоянии L_3, точка *b* — на расстоянии L_2, точки *d* и *e* — в бесконечности.

Предположим, что точка *b* — это объект, на который нацелены фотоаппараты. Как видите, в таком случае как точка *a* (ближайший объект), так и точка *d* (объект в бесконечности) дадут равное отклонение от нулевого параллакса, потому что прямая *ob* (оптическая ось аппарата) будет биссектрисой угла *dOa*.

Как конвергировать аппараты, чтобы их оптические оси делили угол *dOa* пополам? Сделать это сложно. Гораздо проще нацелить аппарат на какой-то объект, находящийся на определенном расстоянии. Поэтому достаточно знать расстояние до точки *b*, чтобы направить оптические оси аппаратов. Высчитать это расстояние можно по формуле:

$$L_2 = L_1 + \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + L_1^2}.$$

Можно обойтись и без формулы. Практически искомая точка *b* расположена вдвое дальше точки *a* (ближайший объект). Погрешность по сравнению с точным математическим расчетом будет совсем незначительной.

До того, как снимать, вы должны знать, на каком расстоянии вообще будет находиться ближайший объект, чтобы его параллакс на анаглифе был как раз 3 мм.

Предположим, что вы снимаете «Любителем». Базис — 100 мм, фокусное расстояние объектива — 75 мм.

Преобразуя формулу $P = \frac{f \cdot B}{L_1}$, найдете, что $L_1 = \frac{f \cdot B}{P}$, и установите по ней подходящее расстояние съемки. Но учтите, что в формуле *P* (параллакс) должно быть равно не 3 мм, а быть во столько раз меньше, во сколько вы намерены увеличить негатив при копировании анаглифа.

Стандартные размеры фотобумаги 13×18 и 18×24 см. Можно сделать анаглиф и размером с почтовую открытку. Допустим, вы собираетесь сделать анаглиф размером 13×18 см. Следовательно, негатив 6×6 см надо увеличить в 3 раза. Тогда параллакс на пленке должен быть равным 1 мм.

$$\text{Итак: } L_1 = \frac{75 \cdot 100}{L_1} = 7500 \text{ мм} = 7{,}5 \text{ м}.$$

Положение аппаратов во время съемки должно быть таким, чтобы оптические оси пересеклись на расстоянии в 15 м. Это не так трудно, если вы нанесете на корпуса обоих аппаратов по черте, параллельной оптической оси, вобьете на расстоянии 15 м в землю шест и еще немного «поколдуете». Если аппараты будут однажды сконвергированы, дальше уже ничего не надо, кроме того, как знать, что ближайший объект, снимаемый вами, должен находиться в 7,5 м.

Те объекты, которые находятся прямо перед фотоаппаратами, дадут равный сдвиг относительно центра слайдов. А как остальные?

Рассмотрим только объект *e*, находящийся в бесконечности, положение которого на рисунке 45 обозначено пунктиром. Действительно, на одном негативе стереопары пункт e_1 будет весьма близко от пункта *b*, а на другом (e_2 — b_2) — довольно далеко. Между прочим, так обстоит дело с любыми точками, находящимися в стороне от центральной оси. Но ведь важен не сдвиг этих точек по отношению к оси, а расстояние между ними — параллакс.

Под рисунком две черты. На них схематически изображено положение точек *a, b, c, d, e* на смонтированном анаглифе. Верхняя черта дает представление о точках на левом, нижняя — на правом негативе.

Точки b_1 и b_2 накладываются одна на другую и дают, как это и положено, плоскость рампы. Точки a_1 и a_2 — по отношению одна к другой сдвинуты. На анаглифе, как вы знаете, тот сдвиг был бы равен 3 мм. Точно такой же сдвиг точек d_1 и d_2 и точек e_1 и e_2! Параллакс точек c_1 и c_2, разумеется, меньше других.

Зачастую композиция анаглифов выбирается так, что в кадре не остается объектов в бесконечности. Конечно, можно снимать аппаратами, сконвергированными на расстояние 15 м, но часть полезного параллакса «пропадает», параллакс самого дальнего объекта меньше, чем самого ближнего. Это, правда, небольшая потеря. Но если вы стремитесь к максимальному эффекту, старайтесь избежать ее. Посмотрите еще раз рисунок 45. Предположим, что ближний объект — точка *a*, а самый дальний из попадающих в кадр — точка *b*. Чтобы получить одинаковый параллакс обеих точек, аппараты надо сконвергировать так, чтобы их оптические оси были на прямых *Oc*. Для этого надо знать местонахождение точки *c*.

Найти ее можно по формуле:

$$L_3=L_1+\frac{\sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2+L_1^2}\cdot\sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2+L_2^2}-\left[\left(\frac{B}{2}\right)^2+L_1^2\right]}{L_2+L_1}.$$

Можно воспользоваться и более простой формулой:

$$L_3=L_1+\frac{L_1\cdot L_2-L_1^2}{L_2+L_1}.$$

Какой эффект может возникнуть на анаглифе. Рассмотрим рисунок 46.

S_1 и S_2 условно примем за глаза наблюдателя, точки *a* и *b* — за кажущееся положение объекта при отрицательном ($P_{(-)}$) и положительном ($P_{(+)}$) параллаксах, a_1 и a_2, b_1 и b_2 обозначают плоскость анаглифа, $x_{(+)}$— кажущееся расстояние до точки *b* за плоскостью анаглифа, $x_{(-)}$— кажущееся расстояние до точки *a* перед плоскостью анаглифа. Расстояние *N*, с которого смотрится анаглиф (нормальное расстояние для чтения), как известно, равно 30 см.

Возникающий эффект можно вычислить по следующим формулам:

$$x_{(+)}=\frac{P_{(+)}\cdot N}{65-P_{(+)}}=\frac{P_{(+)}\cdot 300}{65-P_{(+)}}\ \text{мм};$$

$$x_{(-)}=\frac{P_{(-)}\cdot N}{65-P_{(-)}}=\frac{P_{(-)}\cdot 300}{65-P_{(-)}}\ \text{мм}.$$

Как видно из формул, кажущееся расстояние от точки до плоскости анаглифа зависит также от того, с какого расстояния мы смотрим на анаглиф. Между прочим, точно так же обстоит дело и с экраном.

Если мы сделаем анаглиф достаточно большим, чтобы детали на нем можно было различить и с большего расстояния (например, полметра), то можно соответственно увеличить параллакс на анаглифе. Но вблизи такой анаглиф рассматривать уже не удастся.

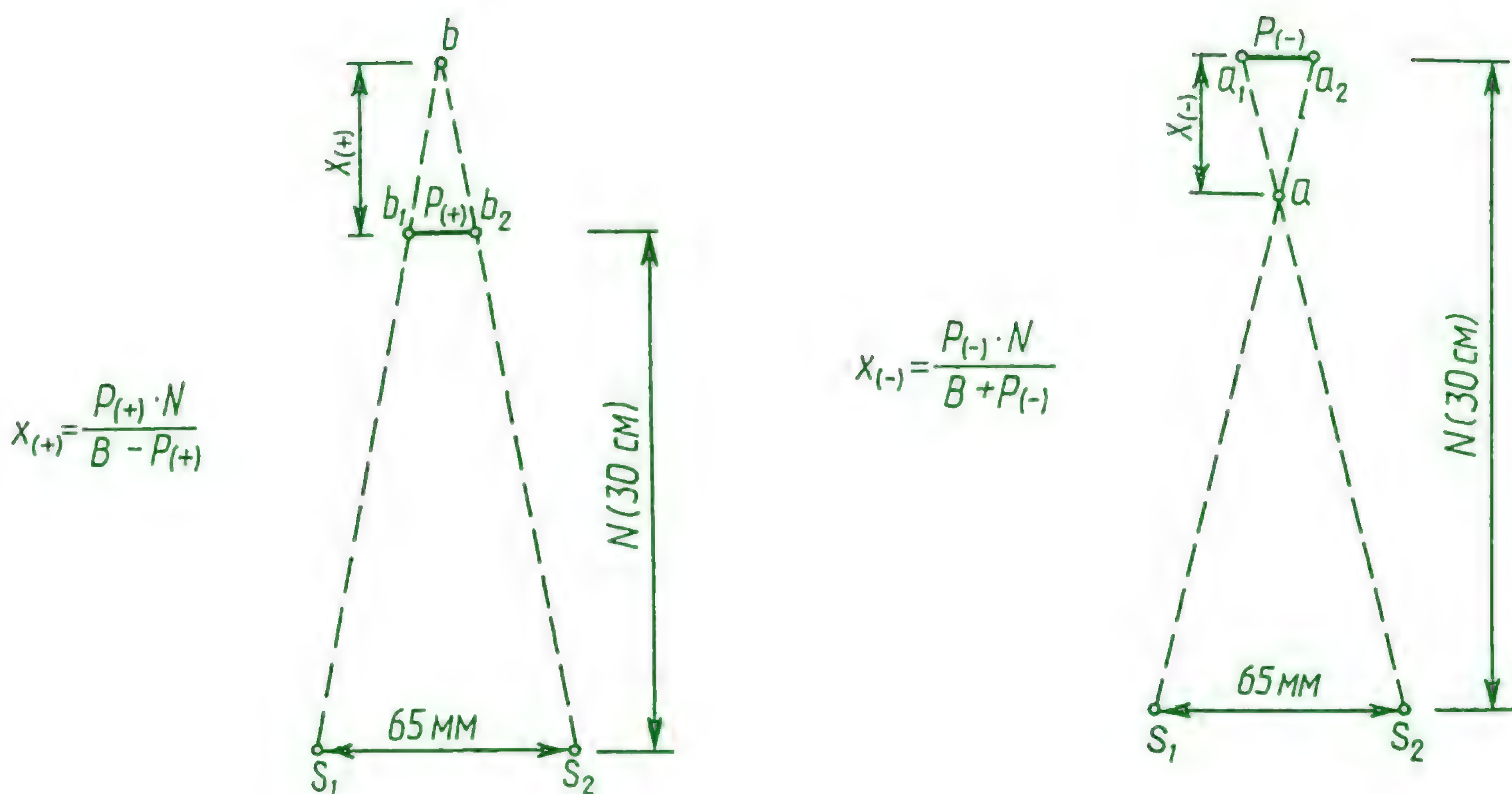


Рис. 46. Схема, объясняющая возникновение на анаглифе эффекта объемности

Интересная область применения рисованного анаглифа — афиши различных выставок. Можно повесить такой пространственный рисунок у себя дома.

Довольно просто сделать плакат, дающий значительно больший стереоэффект, чем обычный анаглиф, или даже равный возникающему на стереоэкране. Но надо знать все закономерности, касающиеся стереоизображения.

Прежде всего надо нарисовать обычную картину, желательно с не очень сложной композицией (учтите, что объекты будут с эффектом кулисы — на картине они похожи на плоских кукол).

Затем надо объекты по одному перерисовать на стекло или прозрачную пленку. Можно использовать и кальку, которую затем наклеивают на белую бумагу. Для этого сначала надо составить план перспективы, в котором определить расстояние от всех объектов до плоскости рампы, и вычислить, с каким параллаксом надо эти объекты перерисовать на стекло. Все объекты, за исключением предназначенных для плоскости рампы, надо перерисовать дважды, сдвигая рисунок под стеклом на величину параллакса вправо или влево. Естественно, объекты плоскости рампы надо прорисовывать сложным цветом.

Вообще, если немножко подумать и посчитать, то все станет ясно. Вы получите на стекле два рисунка разного цвета (зеленого и красного), изображения на которых будут сдвинуты. Смотреть на них надо, разумеется, через красно-зеленые очки-фильтры.

Обратную сторону стекла можно закрасить белой краской или покрыть матовой пленкой. Картина будет выглядеть эффектнее, если стекло будет сзади освещено.

Если на плакате есть текст, он тоже может быть на разном расстоянии от плоскости рампы.

Интересно выглядит плакат, в котором комбинированно использованы фотография, рисунок и рисованный шрифт. Для такого пла-

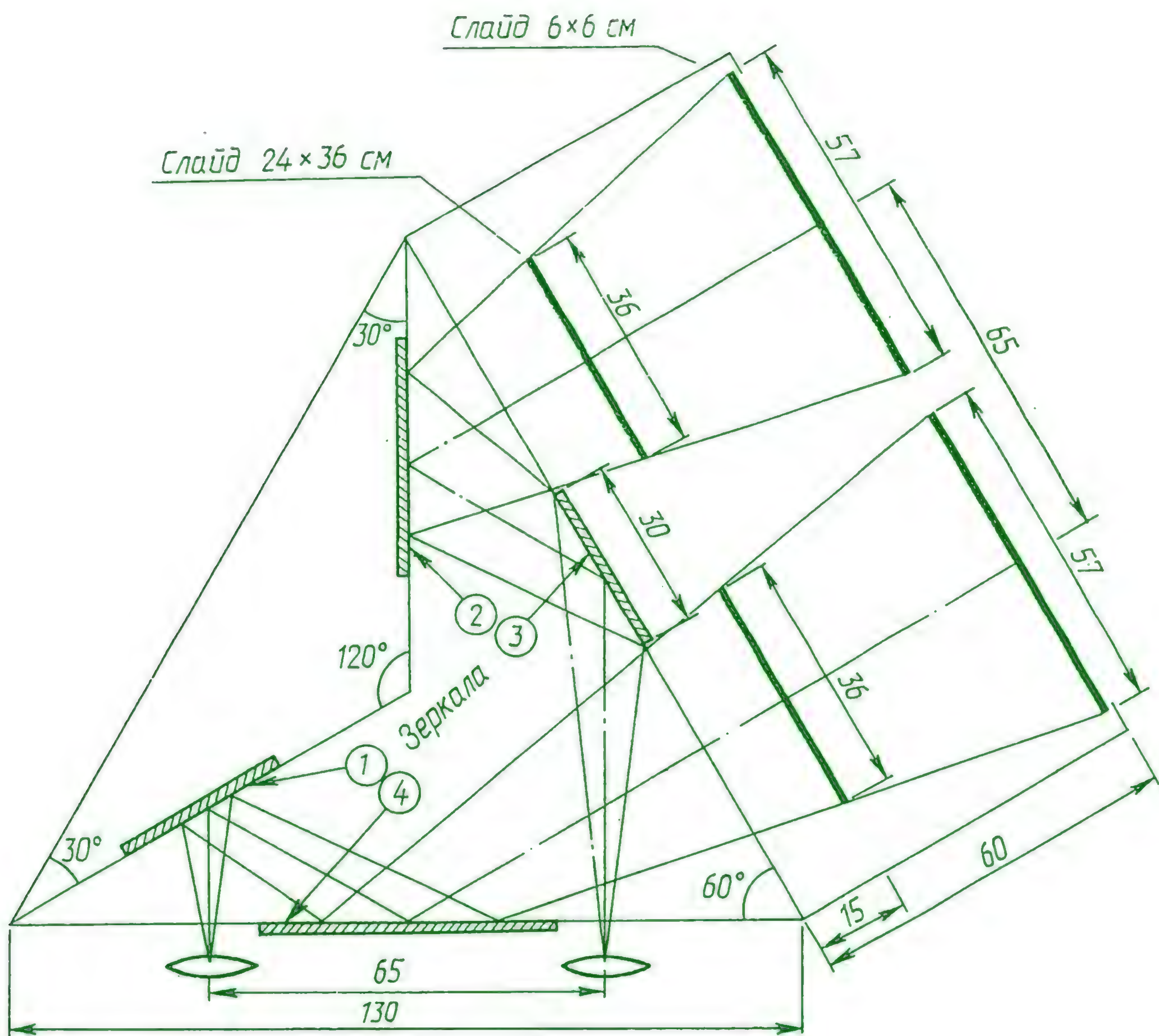


Рис. 47. Схема стереоскопа А. Г. Болтянского и Н. А. Овсянниковой

ката нужна, однако, листовая цветная обращаемая диапозитивная пленка больших размеров, та, которую часто используют для больших рекламных стендов.

17. СТЕРЕОСКОП (ПЕРЕВОРАЧИВАЮЩИЙ ПЕРСПЕКТИВУ) А. Г. БОЛТЯНСКОГО И Н. А. ОВСЯННИКОВОЙ

Для изготовления изображенного на рисунке 47 стереоскопа потребуется зеркальное стекло, пластмасса для изготовления корпуса и линзы примерно с полуторакратным увеличением.

Нарисуйте на бумаге равносторонний треугольник со стороной в 130 мм и проведите биссектрисы с левого и верхнего углов. Дальше уже просто. Все должно быть ясно из приведенной схемы.

На рисунке 47 линзы расположены на расстоянии 7,5 мм от нижнего зеркала *(4)*, стереопары — в 15 мм (кадр 24×36 мм) и 60 мм (кадр широкой пленки) от стороны треугольника, на которой находится зеркало *3*.

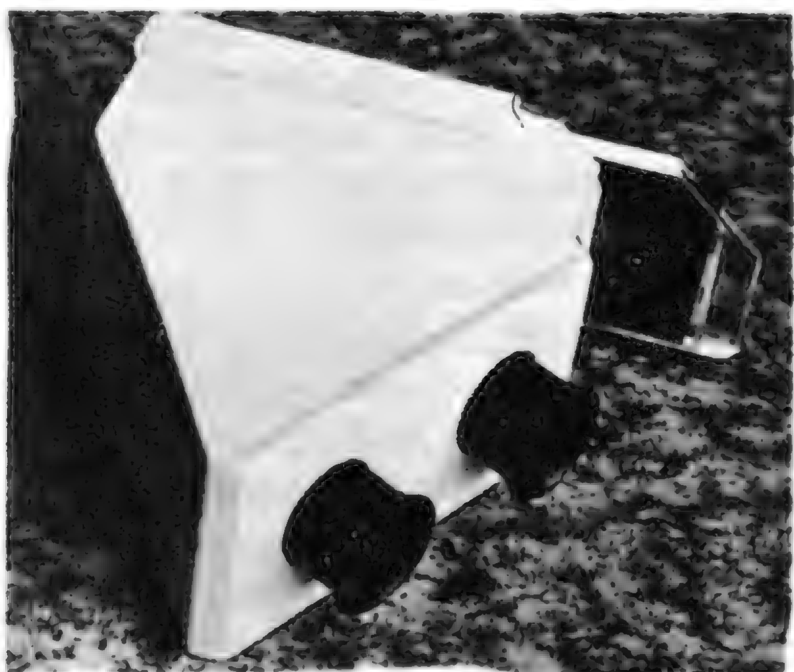


Рис. 48. Стереоскоп А. Г. Болтянского и Н. А. Овсянниковой

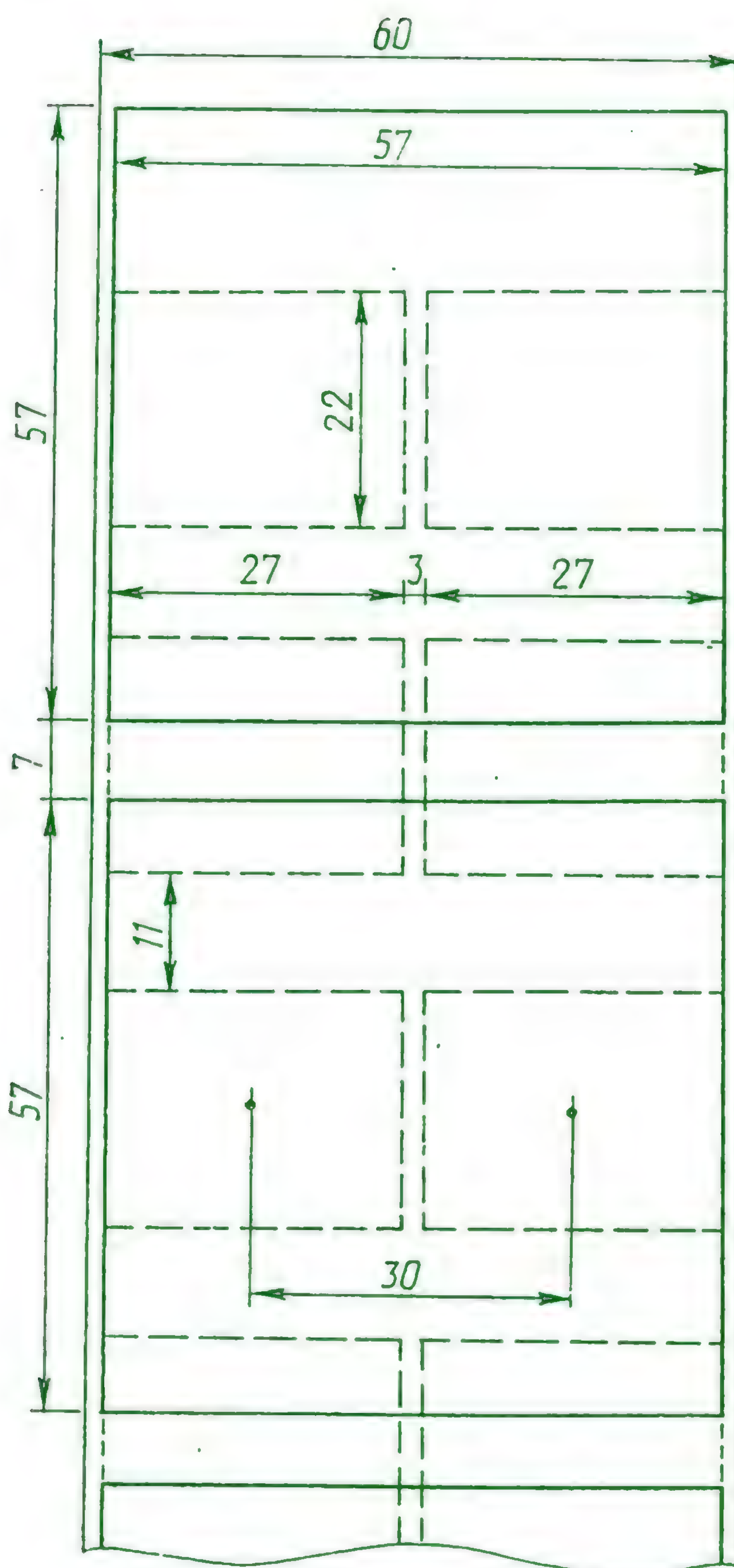


Рис. 49. Условное обозначение стереокадров на широкой пленке, снятых с помощью насадки

Как видите, можно зеркала *1* и *2* сделать и меньшего размера, но два остальных зеркала должны быть не меньше 30 мм, а зеркало *3* не должно быть большего размера.

Степень увеличения линз 1,5 (кадр 55×57 см) и 1,7 (кадр 24×36 мм). Если не найдете точно подходящих луп часовщика, можете использовать стекла от очков.

Высоту стереоскопа и зеркал определяет высота кадра на пленке, но стереоскоп не будет слишком громоздким и в том случае, если за исходную взять высоту стереопары вместе с рамкой. Зеркало, которое находится между линзами, нужно все же сделать с таким расчетом, чтобы в стереоскопе была возможность выпилить и углубление для переносицы.

Стереоскоп можно сделать для кадра 24×36 мм, или для кадра 57×57 мм, или такой, чтобы с его помощью можно было посмотреть слайды обоих размеров. В последнем случае нужны сменные линзы, так как расстояния от линз до стереопар должны быть разные. Если использовать лупы часовщика, то менять линзы совсем не сложно.

Описанный выше стереоскоп позволяет посмотреть неразрезанные слайды, полученные «Спутником» или другими стереоаппаратами.

18. НАСАДКИ

Приблизительно вы представляете, с какой степенью точности надо делать стереонасадку для фотоаппарата. Поэтому взвесьте сначала, стоит ли вообще заниматься этим делом.

Плюсы: уменьшается расход пленки, можно обойтись одним аппаратом; стереопару с негатива можно с помощью обычного увеличителя печатать на бумагу или на плоскую пленку; отпадает необходимость перемонтировать стереопару, чтобы приспособить ее для просмотра в линзовом стереоскопе.

Минусы: снятую на диапозитивную пленку стереопару для линзового стереоскопа необходимо все-таки перемонтировать; насадка делает аппарат несколько неуклюжим; кадр наполовину меньше так же, как и угол зрения объектива; требуется большая точность.

Если ваш проектор имеет равное со съемочными объективами фокусное расстояние, можно насадку использовать и для проектора. Для проецирования нужен только один обычный проектор, и отпадает необходимость в монтаже. Еще одно преимущество состоит в том, что черно-белые диапозитивы для проецирования можно получать с негатива контактным копированием на позитивную пленку (без монтажа). Недостаток в том, что получается вдвое меньшего размера кадр. На широком экране требуется очень большой коэффициент увеличения. Но мощность проекционных ламп и качество пленки предписывают вам лишь определенное увеличение. Общий светопоток разделяется между одиночными кадрами, появляются еще и добавочные потери света. Таким образом, мощность проекционных ламп как бы уменьшается в 2,5 раза. Это — минус.

С учетом условий проецирования лучший эффект дает стереонасадка при работе с широкопленочной камерой.

Расход пленки уменьшается в 4 раза.

Посмотрите на рисунок 49. На нем жирной линией изображены обычные кадры 6×6 см (57×57 мм), пунктирной — кадры, которые можно получить с помощью стереонасадки. На более дорогих широкопленочных камерах нельзя открыть затвор прежде, чем новый кадр будет прокручен до конца, поэтому такое прокручивание по полкадра возможно только у аппаратов, имеющих сзади смотровое окошечко с красным стеклом, как, например, у «Любителя». Положение первого, третьего, пятого и так далее кадра вы увидите сквозь окошко, а второго, четвертого и так далее должны устанавливать приблизительно. Ошибиться можете в ту или иную сторону на 11 мм.

На одной обычной катушке пленки вы получите 22 стереопары (для сравнения: так бы вы получили 12 стереопар из двух роликов пленки).

Но прежде чем приступить к съемке, нужно в аппарат (в канал для пленки) вставить новую кадрирующую рамку. Для этого откройте заднюю крышку «Любителя». Два ролика, по которым движется пленка, закреплены в рамке, а сама рамка держится в корпусе аппарата двумя пружинными лапками. Если отверткой или плоскогубцами осторожно приподнять верхнюю лапку, можно вынуть рамку

из аппарата. Под эту рамку нужно вставить вторую рамку из тонкой жести, так, чтобы края опирались с двух сторон на корпус аппарата. Центры окошек должны находиться на центральной линии обычного кадра в «Любителе», их размеры указаны на рисунке 49. Кадровые окошки здесь более или менее имитируют тот относительный формат, который имеют поступающие в продажу экраны.

Как видите, кадр стереопары не намного меньше обычного кадра кинопленки. Это позволяет получать качественное изображение на довольно большом экране. Конечно, проектор должен быть такой, которым можно проецировать кадр размером 6×6 см (например, «Киев-универсал»). В театрах, клубах и Дворцах культуры, где применяются проекционные прожектора (они очень подходят для проецирования такой стереопары), стереоснимки можно демонстрировать и для большого зала.

Может быть у вас возникал вопрос: нельзя ли с помощью стереонасадки снимать и проецировать любительские кинофильмы?

Теоретически это возможно, а вот практически, наверное, нет.

Кинолюбители используют в основном киносъемочные аппараты для 16-миллиметровой пленки. Даже на маленьком, шириной в 1 м, экране это потребовало бы соответственно 250- или 125-кратного увеличения! А зоны неперекрытия, а плоскость рампы... Возникнут и другие проблемы, а потому от затеи лучше отказаться. Другое дело, если бы можно было пользоваться киноаппаратом хотя бы для 35-миллиметровой кинопленки.

Но вернемся к стереонасадке.

Насадка с четырьмя зеркалами. Призмы нужной конфигурации вам, вероятно, заказать не удастся (если же такая возможность есть, то можно по нижеприведенным схемам вычислить и размеры призм), поэтому будем вести разговор лишь об изготовлении зеркальной насадки.

Сначала надо определить переднюю главную плоскость (главную точку) вашего фотоаппарата.

Что такое главная точка?

На схемах объектив изображается как линза, в центре которой изображение переворачивается. На самом деле, входящие в объектив лучи сходятся в его передней части (это и есть передняя главная точка), внутри объектива они движутся порой по очень сложной схеме, снова сходятся в задней части объектива (задняя главная точка) и лишь затем поворачиваются, обычно под тем же углом, под которым они падали на переднюю главную точку объектива. Это и позволяет на схеме свести воедино переднюю и заднюю главные точки, как будто вместо объектива стоит простая линза.

Нанесите на бумагу линию, равную ширине кадра на пленке для вашего аппарата, и проведите из его центра вверх линию, обозначающую оптическую ось аппарата. На этой оси отметьте точку О, расстояние от которой до пленки равно фокусному расстоянию объектива (на рисунке 50 f=75 мм). Продолжения линий, проведенных через точку О от краев кадра на пленке, покажут и угол зрения объектива. Теперь у вас на линии, обозначающей плоскость пленки, есть три точки: B_1 и B_2 (ширина кадра) и D (центр). Разделите пополам B_1D и DB_2. Полученные точки C_1 и C_2 будут центрами отдельных кадров будущей стереопары. Проведите из этих точек линии через точку O.

Определим и будущий стереобазис. На рисунке 50 он равен 65 мм (расстояние между точками A_1 и A_2). Можно выбрать и несколько иной. Еще надо определить расстояние между насадкой и передней главной точкой. От этого зависят размеры зеркал. С установлением этой точки могут возникнуть трудности, поскольку в паспорте фотоаппарата, как правило, оптическая схема объектива не приводится. Возможно, вам помогут следующие рекомендации.

Главные плоскости (главная точка находится в центре главной плоскости) в симметричных объективах находятся обычно недалеко от диафрагмы, у телеобъективов — перед объективом (иногда довольно далеко), у однообъективных зеркальных камер главные плоскости часто сдвинуты назад, чтобы освободить место для зеркал.

Дальше надо определить положение зеркал.

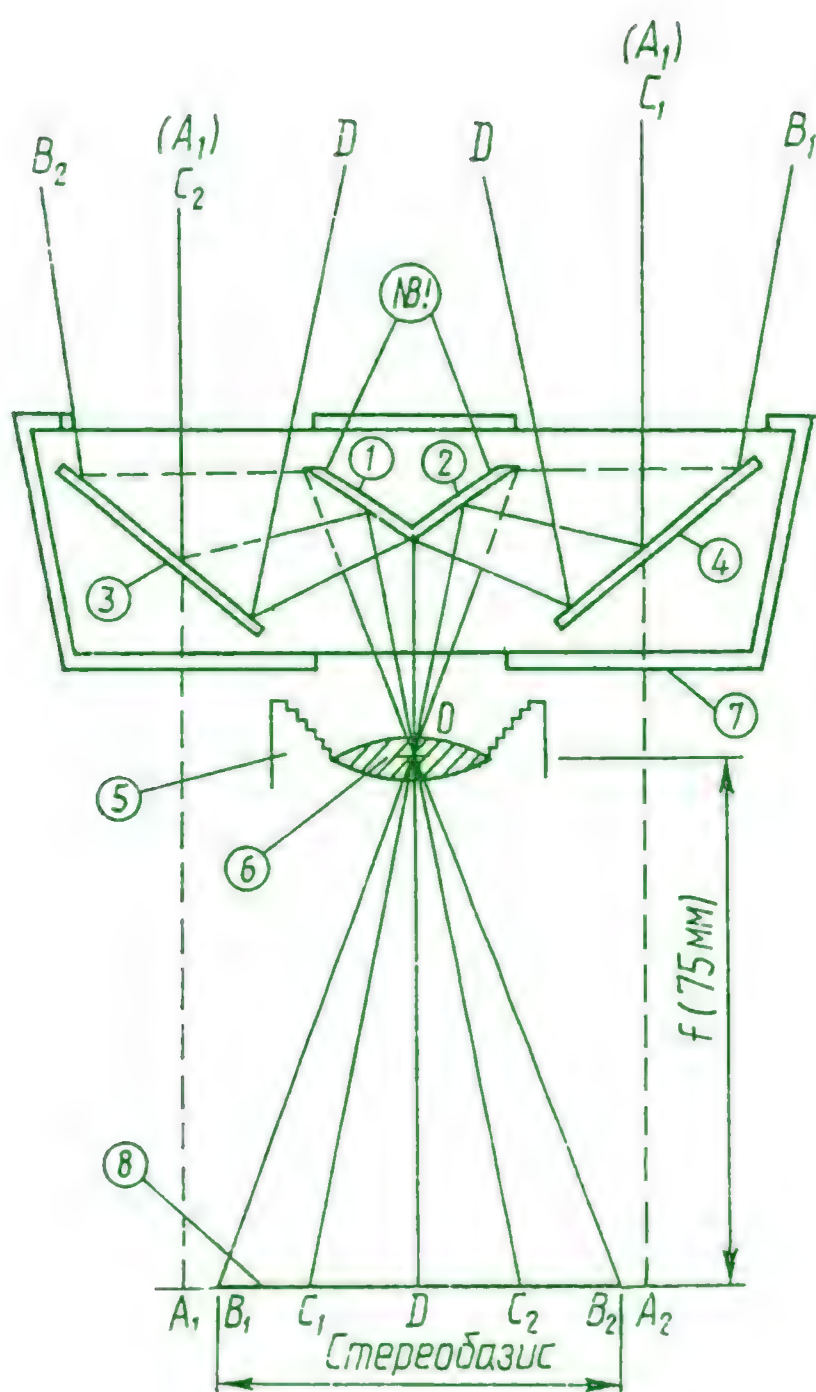


Рис. 50. Схема 4-зеркальной насадки

Вычертите на отдельном листе бумаги продолжение *DO*, C_2O, B_2O (C_2O нанесите и с обратной стороны) и вырежьте угол по наружным линиям. Перегните этот бумажный угол в двух местах так, чтобы линии сгиба оказались на месте зеркал. Наиболее экономную насадку получите, если луч B_2 при падении с внешнего зеркала на внутреннее будет перпендикулярен оптической оси объектива, но можете сложить и по-иному. Только следите, чтобы луч *D* не застревал за наружным краем внутреннего зеркала. Главное, чтобы луч C_2 падал на внешнее зеркало параллельно центральной оси, и его продолжение через внешнее зеркало должно переходить в точку A_1 (точку, обозначающую стереобазис).

Посмотрите внимательно на края внутренних зеркал! Их вы должны сточить алмазным напильником.

Для определения высоты зеркал надо сделать еще один чертеж — вид сбоку, взяв за основу расстояние до зеркал от главной точки и высоту стереокадра (в книге он не приводится). Вам может показаться, что зеркала надо сделать трапециевидными. Можно, но не нужно. Если зеркала будут прямоугольными, легче будет делать корпус насадки. Не надо бояться, если все зеркала будут одинаковой высоты и немножко выше.

На чертеже все кажется просто. На самом деле вы столкнетесь с тремя достаточно серьезными проблемами. (Поэтому начинайте обязательно с изготовления насадки для фотообъектива — изготовление проекционной насадки намного легче).

Во-первых, обыкновенные доступные зеркала недостаточно хорошо шлифованы. Если будете снимать для стереоскопа, проблема не так важна, но когда снимаете для экрана, нужны только качественные зеркала.

Во-вторых, поверхность стекла сама дает небольшое добавочное отражение и рядом с одним изображением появляется другое.

Поэтому старайтесь для насадки фотоаппарата приобрести такие зеркала, у которых амальгама на наружной стороне. Желательно, чтобы она была покрыта защитным слоем. Такие зеркала можно изготовить при помощи приспособления «УВ-71», которое используется на электронных заводах, во многих лабораториях и на некоторых мебельных комбинатах. Зеркальный слой наносят на стекло в вакуумной камере ионно-плазменной обработкой. Кто занимается в фотоклубе или фотокружках Дворца культуры, сможет оформить заказ на такие зеркала. Если такой возможности нет, то можно сделать зеркало и самому. Как? Читайте в разделе «Маленькие хитрости».

В-третьих, расстояние между двумя кадрами на пленке часто получается размытое, с нечеткими краями. 3-миллиметровая полоса между кадрами и предусмотрена для закрытия этой размытой части. Чем дальше от объектива зеркала 1 и 2, тем четче промежуток между кадрами, однако и тем больше будут зеркала и стереобазис.

Готовую насадку прикрепить к тубусу объектива вам не удастся. Надо сделать кронштейн, прикрепляемый к корпусу аппарата. Этот кронштейн удерживал бы насадку в определенном положении перед объективом. Наиболее подходящее место для крепления кронштейна — резьба для винта на донышке. Можете использовать и винт, которым аппарат крепится к футляру, потому что аппарат с насадкой все равно в футляр не вставить.

Штатив может быть совсем простым, сделанным из изогнутой полоски толстой жести. Положение насадки на кронштейне надо проверить, укрепив в фильмовом канале фотоаппарата матовое стекло или матовую пленку. После этого, накрывшись с головой черной тканью, посмотрите, что получается. А то может случиться, что на пленке один кадр будет выше или шире другого.

Установив насадку перед объективом, вы уже не можете доверять видоискателю. Угол зрения объектива теперь наполовину меньше, а кадр имеет другой формат.

В видоискателе зеркальной камеры вы увидите два изображения — возникающую на пленке стереопару. С камерой для 35-миллиметровой кинопленки дела тоже обстоят довольно просто. Глядя в видоискатель, можете учесть, что с каждой стороны четверть поля зрения пропадает, а высота кадра та же, что и раньше. Зато если используется «Любитель», новый стереокадр будет меньше четверти того, что вы прежде видели в видоискателе, и находиться в центре его. Новое поле зрения можете нанести фломастером на большую линзу видоискателя или же так, на глаз, угадывать, что попадет в кадр, а что нет.

Теперь надо сделать вторую насадку — для проектора (выше описано, в каком случае вы можете использовать съемочную для проецирования).

Проекционная насадка в принципе аналогична съемочной. С ее помощью можно одним проектором проецировать и те слайды, что сняты съемочным комплектом из двух аппаратов с малоформатными

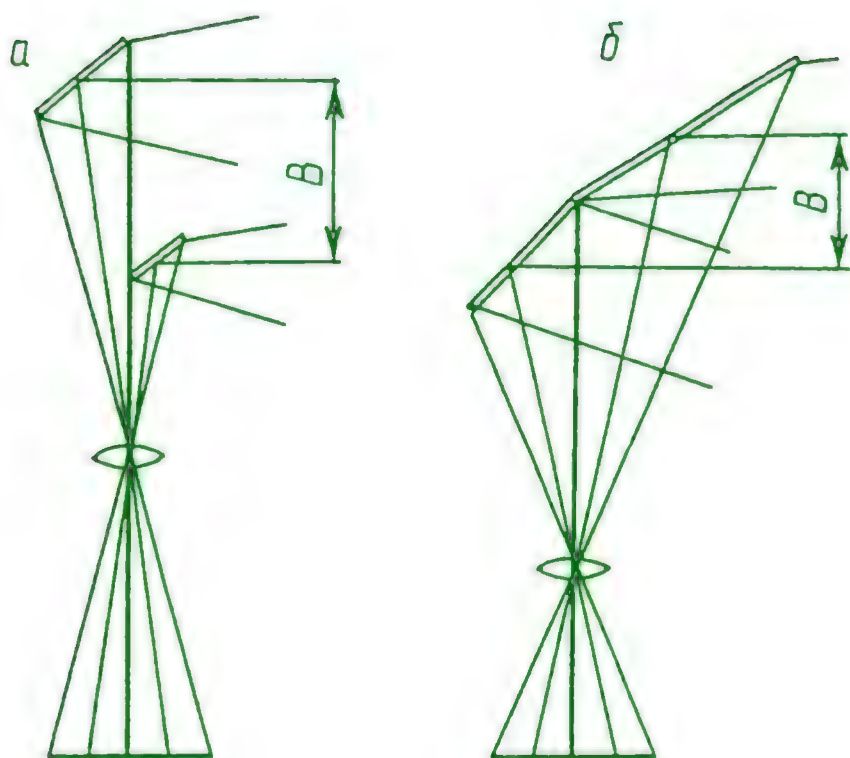


Рис. 51. Стереонасадки с двумя зеркалами

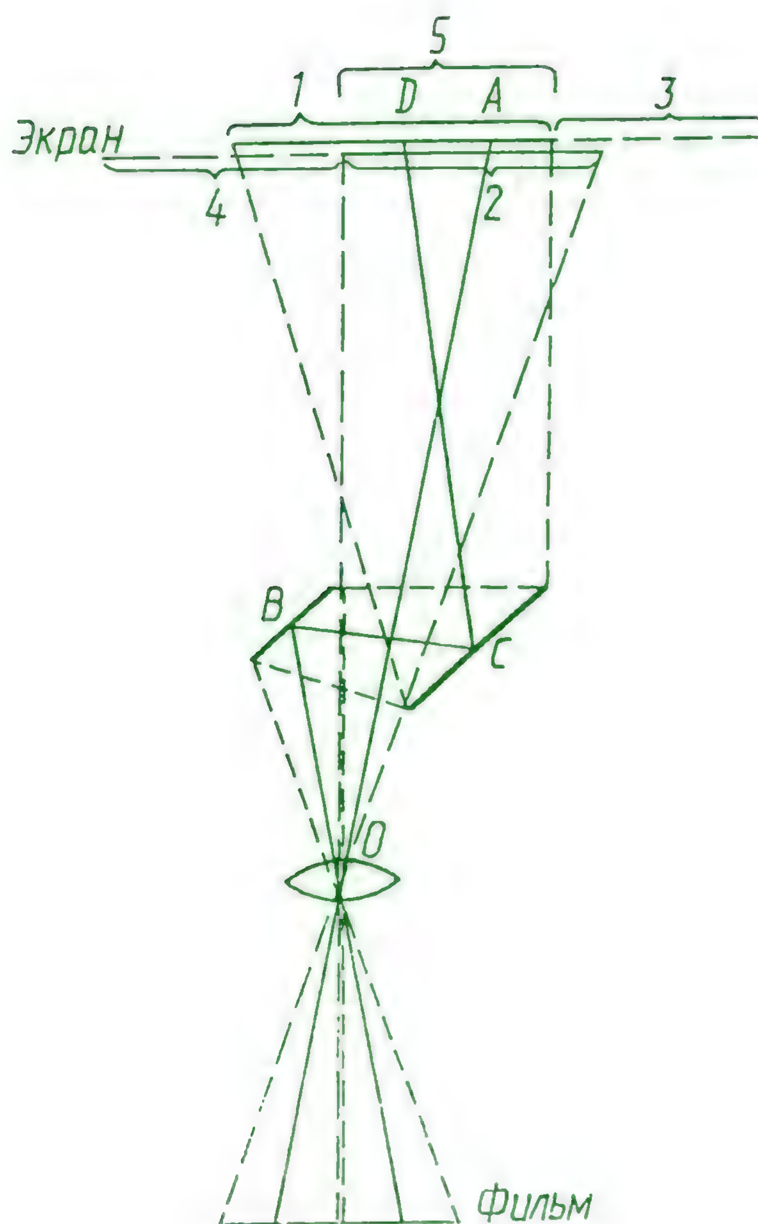


Рис. 52. Двухзеркальная насадка для проектора

кадрами (оба кадра должны поместиться рядом на поле одной монорамки), и те, что сняты через стереонасадку.

Перед окончательной регулировкой насадки надо иметь точно вырезанную слайдовую рамку и последнее зеркало приклеить лишь после того, как изображение на экране отрегулировано «рамка в рамку». Принцип описан в разделе 13. Только там говорилось о том, как получить «рамка в рамку» сдвигом объективов или центров окошек рамки, теперь вам предстоит добиться этого регулированием расположения последнего из зеркал.

Если стереопара получена с помощью стереонасадки, вы опять-таки окажетесь перед проблемой: разрезать ли стереопару и монтировать ее заново в рамку или примириться с постоянным параллаксом бесконечности, плоскостью рампы для объектов, сфотографированных с одного только расстояния и «полосами» — экранными зонами неперекрытия, которые нужно маскировать черной рамкой вокруг экрана.

Об этом говорилось в разделе 13, там же вы найдете ответ и на все теоретические вопросы. Если выберете второй вариант, то отрегулируйте последнее зеркало при наклеивании на экранный параллакс бесконечности в 30—50 мм.

Стереонасадки с двумя зеркалами. Такие насадки делать, без сомнения, проще. Регулировка требует гораздо меньше усилий, чем при четырех зеркалах. На рисунке 51 приведены две возможные схемы (а, б), но положение и расположение зеркал вы можете менять так же, как у описанной ранее насадки. Базис тоже можно выбирать произвольно, но чем больше будет базис, тем большего размера должно быть дальнее зеркало.

Насадка будет иметь несколько странный вид и пользоваться ею

будет не очень удобно, потому что во время съемки вам придется стоять к объекту боком. Видоискатель тут не помощник, за исключением случаев, когда вы пользуетесь зеркальной камерой. И эта насадка «режет» поле зрения объектива пополам. Если же у вас нет зеркальной камеры, нужно перед видоискателем установить под углом 45° еще одно зеркало, чтобы видеть, что вы вообще снимаете. Новый кадр можно фломастером нарисовать на видоискателе.

Один из недостатков, хотя и не самый существенный, заключается в том, что изображения на пленке получаются не одинакового размера. Одно изображение кажется по отношению к другому снятым на большем расстоянии, причем разница расстояний равна стереобазису. Это особенно заметно тогда, когда вы снимаете объекты, расположенные на расстоянии ближе 2—3 м (для насадки по схеме *а*; для насадки по схеме *б* эта разница почти незаметна).

Двухзеркальная насадка для проектора. Достаточно удовлетворительную насадку можно получить при помощи двух зеркал. На рисунке 52 приведена схема проекции с помощью насадки.

Точки *A* и *D* означают проекции центров отдельных картин стереокадра на экране; расстояние между ними —30—50 мм — дает параллакс бесконечности.

Один кадр (с центром *A*) проецируют на экран прямо, без насадки, другой (с центром *D*) — через насадку. Луч *OBCD* длиннее луча *OA* на длину луча *BC*, таким образом, проецированный через насадку отдельный кадр на экране получается немного больше, но при рассмотрении на экране через очки-фильтры мы эту разницу не замечаем.

(Так следует поступать в том случае, если вы не хотите разрезать и перемонтировать полученную с помощью насадки стереопару. Если же вы проецируете склеенную и обрамленную стереопару, то отрегулируйте изображение на экране «рамка в рамку»).

На схеме все лучи пройдут через главную точку объектива. На самом деле это не совсем так (по той же причине насадка создает нечеткую разграничивающую линию между кадрами перед объективом).

Если насадка окажется слишком близко к проектору, то кроме пространственного изображения вы увидите частично и паразитные изображения, но на экране с черным обрамлением они незаметны.

В секторе *5* означена нужная для стереоизображения часть экрана, потому что полосы неперекрытия на обеих сторонах этого сектора не создают объемного изображения. Чтобы прикрыть зоны неперекрытия, экран обрамляют черным материалом. Если намерены использовать всю светосилу проектора для освещения нужной части экрана, надо расположить насадку дальше от объектива и воспользоваться большими зеркалами.

Изготовление двухзеркальной насадки не требует особого труда, но и тут есть свои минусы — для размещения проекционных фильтров нет подходящего места. Их можно поместить лишь между диапозитивом и объективом.

* * *

Несколько дополнительных сведений.

Проекционные фильтры устанавливаются перед насадкой (при

4-зеркальной насадке) и перед диапозитивами (при 2-зеркальной насадке).

Объективы, которые раньше легко входили в кадр, из-за меньшего угла обзора с насадкой надо снимать с вдвое большего расстояния. Поэтому, прежде чем делать чертеж, подумайте — может быть целесообразно увеличить базис, например, вместо 65 мм взять 100 мм.

Для снимков, сделанных с помощью стереонасадки, расчеты параллакса делаются так же, несмотря на то, что угол обзора объектива уменьшился наполовину (ведь фокусное расстояние не изменилось).

Но в расчетах при проецировании с помощью насадки надо учитывать не ширину экрана, а степень увеличения. Так, экран шириной 120 см раньше соответствовал 20-кратному увеличению кадра, снятого «Любителем», теперь экран такой же ширины означает уже 40-кратное увеличение.

Насадки на рисунке 51 (*а* и *б*) можно использовать и для стереопроекции, а насадку на рисунке 52 и для съемки.

При съемке надо примерно в 2 раза увеличивать выдержку.

Когда делаете стереонасадку для «Любителя», но не собираетесь снимать для экрана, можете спланировать квадратные стереокадры (27×27 мм). При прокручивании каждого второго кадра допускается неточность на ±6 мм. Это, конечно, немного. Но такие размеры кадра позволяют обычным увеличителем получать на бумаге или плоской пленке при 2,17-кратном увеличении примерно такие же снимки, как при контактном копировании негативов, сделанных стереоаппаратом «Спутник». («Любитель» с насадкой превосходно подходит для съемки стереопортретов.)

Чтобы избежать частичного наложения стереокадров, пленку, до того как вставить в аппарат, соответственно подготовьте: смотайте в темноте с катушки, не отрывая от защитной бумаги, упакуйте ее в светонепроницаемую черную бумагу. Теперь вы можете на защитной бумаге уже на свету делать пометки, отмечающие полукадры, затем в темноте снова намотайте пленку на катушку вместе с защитной бумагой.

Разумеется, рамка из тонкой жести, которую вы вставляете в пленочный канал «Любителя», должна теперь иметь квадратные окошки. И еще вы должны соответственно увеличить высоту зеркал стереонасадки.

19. МАЛЕНЬКИЕ ХИТРОСТИ

Вероятно, не совсем правильно называть это хитростями. Просто хотим поделиться крупицами опыта, накопленного в процессе увлечения стереофотографией.

Фотографирование облаков. Кучевые — самые красивые — облака находятся от нас на высоте нескольких сот метров. Снизу вверх их можно снимать с базисом в 5 м. Но более интересный снимок вы получите, если сфотографируете облака, исчезающие вдали. Расстояние до ближайшего облака, попадающего в кадр, считайте равным примерно километру. Базис в таком случае будет 20 м.

Если фотографировать вдвоем с двух аппаратов, съемка не составит труда. А если одному?..

Хитрость состоит в том, что вы можете заставить сами облака создавать базис!

Предположим, что кто-то снимает вас с расстояния в 1 км — делает один снимок, затем, перейдя на 20 м (величина базиса),— другой. Если же вы в это время сами будете его снимать, то получите два снимка, не сходя с места. И на обоих он будет в том же ракурсе, что и вы на его снимках. Если кроме снимающего вас фотографа в кадре ничего больше нет кроме ровной линии горизонта. Одним словом, и он, и вы получите стереопару!

То же и с облаками. Между двумя снимками облака должны переместиться на расстояние, равное требуемому для их съемки стереобазису. При оценке расстояния до облаков особая точность не нужна. Если базис окажется больше требуемого, вы получите эффект макета, который на таких снимках вовсе не мешает (откуда зрителю знать, какого размера были эти облака на самом деле!).

Красивые кучевые облака появляются на небе обычно тогда, когда сила ветра составляет 0,5—2 балла. Это примерно 1—4 м в секунду, то есть интервал между снимками должен быть соответственно 20—5 с. Если ветер не порывистый, форма облака за такое время сколько-нибудь существенно не изменится.

Конечно, облака должны двигаться перпендикулярно оптической оси вашего фотоаппарата вдоль линии, проходящей через центры объективов. Прежде чем начать съемку, присмотритесь внимательно: все ли облака движутся в одном направлении. Нередко на разных высотах воздушные потоки направлены в разные стороны.

Следите еще и за тем, чтобы в кадр не попал ландшафт, например лес. Он оживит снимок, но, к сожалению, окажется в обратной перспективе — облака будут на снимке ближе, чем лес, а контур леса окажется как бы вырезанным из облаков.

Фотографии звездного неба и планет. Если вы обладаете достаточным терпением, а также сверхчувствительной пленкой (а еще лучше, используете для съемки звезд телескоп с часовым механизмом), у вас есть шанс сделать чрезвычайно эффектный стереоснимок звездного неба, используя для создания базиса движение Земли в космическом пространстве. Естественно, нужно быть немного знакомым с астрономией, знать строение Вселенной и законы движения Земли в ней, потому что без этого трудно решать, когда и какой участок звездного неба стоит снимать. Расчет базиса и соответствующего параллакса уже не должен вызывать трудностей.

С учетом вращения Земли создать базис для съемки звезд невозможно. Он будет слишком ничтожным. Придется использовать закон вращения Земли вокруг Солнца.

Жаль, что Луна всегда обращена к Земле одной стороной...

Базис, необходимый для фотографирования Луны, равен примерно 8000 км. Если вы живете у Балтийского моря и у вас есть знакомый в Восточной Сибири, можно попробовать сделать на двоих синхронный снимок. (Оба должны снимать одновременно, скажем по Московскому времени).

Для съемки Луны можно использовать закон вращения Земли.

Диаметр земного шара — 40 тыс. км. Стоящий на экваторе проделывает за час вместе с вращающейся Землей 1250 км. Так что требуемая пауза — около шести с половиной часов. Следовательно, если вы не стремитесь к максимальному стереоэффекту, можете и на нашей широте сделать снимок небесного спутника, фотографируя Луну при восходе и закате. Однако при монтаже снимка не доверяйте уста-

новленному на аппарате уровню и сделанному при съемке кадрированию. Снимки надо один по отношению к другому повернуть на угол около 20°.

Наиболее эффектным будет снимок не полной Луны, а месяца, потому что тогда лунные горы будут отбрасывать тень.

При фотографировании других планет можно использовать законы их собственного вращения. После первого снимка надо подождать, пока планета повернется на 1,15° (1°9′). Тогда вы получите такую же конвергенцию, как при 65-миллиметровом базисе, снимая с расстояния 3,25 м.

Интервал съемки для Марса будет, к примеру, 5, для Сатурна — 2 мин.

Для съемки надо выбрать время, когда ось вращения планеты наиболее перпендикулярна Земле, иначе уменьшается стереоэффект.

Фотографировать таким образом Венеру сложнее, потому что ее сутки не намного короче ее года (сутки —117, год —224,5 суток). Пока она повернется вокруг своей оси на нужное количество градусов, направление оси по отношению к земному шару уже изменится... У Сатурна — все наоборот: год —29,46 нашего года, сутки — 10 часов 40 минут...

Прежде чем фотографировать планеты, побеседуйте с астрономом.

Фотографирование из движущегося поезда, автомобиля. Здесь нет особых сложностей. Нужно только знать скорость движения поезда и заставить синхронный спуск комплекта аппаратов немного «врать».

Поезд и автомобиль движутся в среднем со скоростью 20 м в секунду. Если вы установите спуск комплекта так, что шторки одного аппарата откроются на секунду позже другого, то можете снимать объекты, находящиеся примерно в полукилометре. Наверняка, вы не забыли формулу $L=50B$... Если базис и окажется больше, никаких последствий, кроме эффекта макета, не будет.

Конечно, близкие объекты из окна поезда не снимешь, но ведь и наиболее интересно снимать отдаленные: долины, горы, русла рек...

Фотографирование с экрана телевизора. Нередко на телеэкране можно увидеть кадры, которые просто просятся на стереофото: экзотические пейзажи и города, снятые с вертолета, подводный мир, редкие животные и многое другое, что в натуре может оказаться недоступным.

Естественно, сделать стереофото с телеэкрана вам удастся далеко не всегда, но всегда быть готовым к этому все же стоит...

Наверняка, вы заметили, что очень редко и камера, и объектив во время съемок неподвижны. Камера то двигается, то следит за движущимся объектом. В обоих случаях два последовательных снимка могут образовать стереопару.

Для этого пригодны не всякие движения камеры и объекта. Первое условие, чтобы одно или другое (камера или объект съемки) двигались горизонтально и возможно более перпендикулярно к направлению съемки, причем камера должна следить за одним и тем же объектом, а не скользить по разным.

Паузу между съемками рассчитывают так же, как при фотографировании облаков или фотографировании из движущегося поезда

(в зависимости от того, движется камера или движется объект съемок). Вы должны мгновенно оценить, сделаны ли кадры из поезда, с вертолета, из едущего автомобиля или движущейся на тележке камерой; с какой скоростью движется объект и насколько удален он от камеры (при сменных объективах сделать это зачастую далеко не просто).

Если у вас уже есть определенный опыт фотографирования с телеэкрана, можете доверять интуиции и снимать, имея в левой руке спусковой тросик одного аппарата, а в правой — другого.

Какой аппарат «щелкнет» раньше, неважно, не имеет значения и базис между объективами. Но очень широко расставлять аппараты все же не стоит, иначе получите трапециевидные кадры. Поэтому для фотографирования с экрана больше подходят объективы с большим фокусным расстоянием.

На съемках художественных фильмов для передачи движения используются тележки, движущиеся по рельсам. Их перемещают обычно со скоростью 0,5—1 м/с, объекты съемки часто находятся на расстоянии 10—15 м. Таким образом, интервал съемки у ваших аппаратов должен быть равен примерно 1/10 с — оба затвора надо спускать почти одновременно.

Экран надо снимать с такой выдержкой по времени, за которое электронный луч пробегает по всей высоте экрана. Это время чуть меньше 1/50 с, следовательно, время экспонирования должно быть от 1/50 с до 1/25 с. Снимая с меньшей выдержкой, например 1/60 с, вы получите кадр с обрезанными углами.

В принципе таким же образом можно делать и стереоснимки с киноэкрана. Оптимальная выдержка —1/25—1/50 с.

Искусственное повышение чувствительности пленки. Достигается путем увеличения времени проявления.

Но при этом надо учитывать, что изменяются как контрастный фактор негатива, фотографическая широта, так и способность к потемнению (эти понятия разъясняются в любом справочнике по фотоделу).

В результате передержки при проявлении контрастный фактор увеличивается (негатив становится контрастнее), за каким-то пределом изображение покрывается пеленой, раздражает и уплотнение негатива сверх меры (световые изображения объекта приобретают такую оптическую плотность, что затрудняют копирование). Падает фотографическая широта и увеличивается зернистость.

Если ваши знания в области фотодела невелики, постарайтесь, прежде чем начнете повышать чувствительность пленки, уяснить все упомянутые понятия и последствия изменения параметров. Только тогда вы будете в состоянии определить, надо ли повышать чувствительность пленки, насколько и когда это стоит делать.

Разные авторы приводят разные данные, но похоже, что светочувствительность обычной поступающей в продажу пленки можно повысить до величины 1500—2000 ед. ГОСТа. Для фотографирования, например, такая чувствительность очень кстати.

Фотографирование небольших предметов. При портретной съемке базис даже обычного стереофотоаппарата (65 мм) оказывается слишком большим. А что же делать, если у вас комплект из двух аппаратов (с еще большим базисом), но снимать надо небольшие предметы, требущие базиса всего в 2—3 см?

Очень удобно и просто снимать такие предметы на вращающейся подставке одним аппаратом. Принцип аналогичен тому, который применяется для съемки далеких планет. Здесь тоже базис создается благодаря вращению самого предмета.

Изготовить подставку несложно.

Вырежьте из фанеры или картона круглый диск (чем он будет больше, тем точнее вы сможете установить базис) и нарисуйте на нем сектор 1°9′.

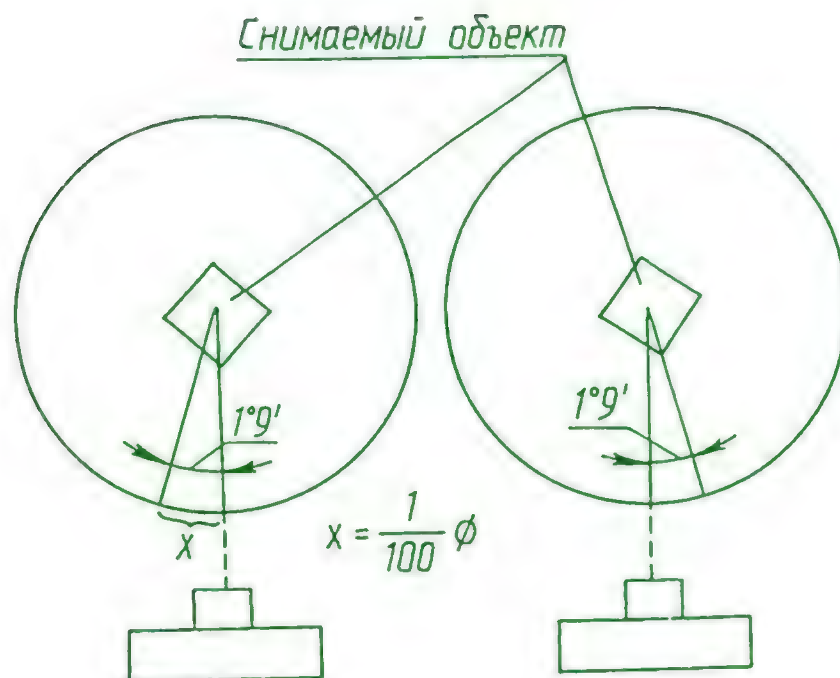


Рис. 53. Фотографирование мелких объектов

Диск закрепите в центре с помощью винта с потайной головкой на каком-нибудь основании, выставленном по уровню так, чтобы диск мог вращаться. Основой может служить кусок древесностружечной плиты.

Фотографируемый предмет устанавливается в центре диска.

Съемка ведется одним аппаратом с обычного неподвижного штатива. Смотрите рисунок 53.

После того как один снимок сделан, диск поверните на 1°9′. Это компенсирует требуемый базис, который рекомендуют для нормальных объективов по формуле $B=\frac{L}{50}$, независимо от расстояния фотоаппарата. Край диска при этом передвинется на 1/100 диаметра диска. Это поможет вам нарисовать на диске нужный сектор и без помощи угломера.

Можете попробовать обойтись и без определения градусов — сделайте первый снимок, чуть-чуть поверните диск, сделайте второй снимок, снова чуть-чуть поверните диск, сделайте третий, а может быть, четвертый и пятый снимки. Потом приставляйте по очереди эти снимки к первому, пока не получите стереопару, которая вас удовлетворяет. Если вы после каждого снимка будете помечать на краю диска, насколько вы его повернули, то в дальнейшем метод проб и ошибок уже не понадобится.

Если диск настолько велик, что объектив при съемке находится точно на его краю, то край диска нужно повернуть на величину базиса, рассчитанную по формуле $\frac{L}{50}$.

Наилучший эффект получают тогда, когда ось вращения подставки

перпендикулярна оптической оси съемки. Чем с большей высоты сделан снимок, тем меньше стереоэффект. При съемке точно сверху, из «зенита» стереоэффект вообще не возникает, сколько ни крутите диск.

Изготовление оптических зеркал из обычных. Зеркала, применяемые в оптических инструментах, имеют зеркальный слой снаружи. Но в продаже таких зеркал нет.

С обычного туалетного зеркала ацетоном или нитрорастворителем осторожно смывают верхний защитный слой, и на чистую зеркальную поверхность (амальгаму) наносят прозрачный защитный слой. Оптическое зеркало готово!

Это в нескольких словах, на самом деле технологический процесс гораздо сложнее и состоит из следующих операций:

1) приготовления раствора;
2) химической обработки зеркал в оксидирующем растворе;
3) промывки зеркал в проточной воде;
4) промывки зеркал в дистиллированной воде;
5) сушки зеркал.

Вместо сушки зеркала можно насухо вытереть батистовыми салфетками.

Состав раствора для химической обработки зеркал:

1) ангидрид хромовый «ч.д.а.» (по ГОСТ 3776—47)—5 г;
2) кислота ортофосфорная «ч.д.а» (по ГОСТ 6552—58)—35 г;
3) натрий кремнефтористый (по ТУ МХП 222—40)—4 г;
4) вода дистиллированная —1 л.

Компоненты разводят в дистиллированной воде. Так как кремнефтористый натрий растворяется сравнительно медленно, то его приготавливают не менее чем за 2—4 часа до использования. Раствор должен быть прозрачным; при наличии мути его следует профильтровать.

Оксидирующий раствор может находиться в стеклянной или винипластовой ванне. Для предохранения от загрязнений и испарения в нерабочее время ванна с раствором должна быть закрыта плотной крышкой.

Зеркала помещают в оксидирующий раствор в оправах из алюминия или дюралюминия. Здесь их выдерживают в течение одной минуты при комнатной температуре. После извлечения из раствора зеркала тщательно промывают сначала проточной водопроводной водой, а затем дистиллированной. После промывки просушивают сжатым воздухом или вытирают батистовой салфеткой, смоченной спиртом.

Описанный метод — один из самых простых. Сложно только приобрести нужные химикаты. Можно прибегнуть к другому методу, где применяются уже знакомые химические вещества.

Зеркала помещают на подвесы, изготовленные из стеклянных палочек или алюминиевой проволоки, и погружают в ванну с раствором А. Алюминиевая проволока должна быть предварительно тщательно протравлена в 5%-ном растворе щелочи и промыта под струей воды. Раствор А служит для очистки поверхности и повышения активности алюминиевого слоя. После этой операции необходима промывка водой. Затем зеркало для оксидирования погружают во вторую ванну с раствором В, после чего промывают и сушат.

Технологическая схема обработки зеркал по операциям с указанием примерной длительности каждой операции приведена в таблице.

Таблица 6

ЗАКРЕПЛЕНИЕ АМАЛЬГАМЫ ЗЕРКАЛ

Последовательность операций	Чем обрабатывается	Температура, °С	Длительность обработки, мин
Предварительная химическая обработка	Раствор А	75	5
Промывка	Вода	40	1
Оксидирование	Раствор В	75	45
Охлаждение и промывка	Вода	40	1
Промывка под струей	Вода	18—22	1
Промывка погружением	Спирт	18—22	1
Промывка обливанием	Спирт (абсолютн.)	18—22	1
Сушка в сушильном шкафу		100—110	3—5

Для химического оксидирования применяются растворы следующих составов:

Состав раствора А		Состав раствора В	
Вода	1000 $см^3$	Вода	1000 $см^3$
Натрий углекислый безводный	50 г	Хромат калия	5 г
Хромат калия	15 г	Бихромат калия	5 г

Проецирование вертикальных кадров 24×36 мм одним проектором. Если вы используете комплект аппаратов, смонтированных донышками (кадры в стереопаре получаются вертикальные), и узкий экран, то при изготовлении проекционного комплекта можно обойтись гораздо меньшими усилиями.

Прежде всего надо приобрести широкопленочный проектор и использовать его со стереонасадкой для проекции без какой бы то ни было переделки или изготовить такой проектор самостоятельно.

Обратите внимание, вам нужен широкопленочный проектор, а вместе с ним и объектив, позволяющий проецировать широкую пленку.

Дело в том, что кадр, составленный из двух смонтированных рядом вертикальных кадров 24×36 мм, имеет такую же ширину, как и кадр широкой пленки.

На 35-миллиметровой пленке ширина вертикального кадра составит 24 мм. От края изображения до края пленки —5,5 мм. Поэтому если два кадра смонтировать рядом, то расстояние между краями соседних кадров будет равно 11 мм, а между их центрами —35 мм. Общая ширина изображения стереопары составит 59 мм.

Для рассматривания такой стереопары перед проекционным объективом надо поместить зеркальную или призменную насадку, которая снова накладывала бы кадры один на другой и проецировала бы их так же, как стереопроектор.

Переворачивание перспективы на экране. В стереофильме, снятом на одну пленку двумя объективами, правое изображение располо-

жено слева и левое — справа, поэтому, чтобы рассмотреть такую стереопару, нужен стереоскоп, переворачивающий перспективу. Точно так же в двухобъективном стереофотоаппарате каждый объектив переворачивает свое изображение и, когда мы перевернем всю стереопару, левое и правое изображение оказываются не на своих местах. При рассматривании такой стереопары через обычный стереоскоп получим обратную перспективу.

Поэтому естественно, что в теоретической литературе авторы, приводя для пояснения чертежи, имеют в виду слайды с обратной перспективой.

Таким образом, несмонтированные слайды, как и кадры стереофильмов, можно рассматривать нормально только через стереоскоп А. Г. Болтянского и Н. А. Овсянниковой. Но сделать такой стереоскоп гораздо труднее, чем обычный линзовый.

Как быть, если изготовление данного стереоскопа покажется слишком трудным? Не огорчайтесь! Дело в том, что можно проецировать и такой слайд, в котором снимок для левого глаза слева, а для правого — справа. Можно привести для доказательства чертежи и расчеты, но, вероятно, достаточно будет и логического рассуждения.

На экране отдельные снимки накладываются один на другой. Объекты, кажущиеся в плоскости рампы, совпадают. Следовательно, нельзя говорить о «левом» и «правом» снимке на экране. Вопрос состоит только в том, какой глаз какую картину видит. Значит, чтобы изменить перспективу, достаточно поменять поляроиды местами или перед проецирующими объективами или в очках-фильтрах.

20. РАСТРОВЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

До сих пор мы вели разговор о доступных способах получения стереоизображения. Кроме них существуют и другие, при которых необходимы специальные приспособления или материалы, доступные лишь немногим специалистам.

По существу, и эти способы не так уж сложны.

Представьте себе, что вы стоите перед забором, планки которого такой же ширины, как и промежутки между ними. За таким забором располагается стена с вертикальными полосами. Если теперь вы отдалитесь от изгороди и стены на определенное расстояние, то одним глазом вы увидите через забор только полосы, другим только стену без полос. Как это происходит, вы теперь уже легко догадываетесь.

Оба стереоизображения печатаются через растр или проецируются одно на другое с таким расчетом, что одно изображение становится «стеной», другое «полосами».

Для рассматривания такого изображения очки не нужны.

При помощи растра делаются стереооткрытки, значки. Объемный эффект у них такой же, как у цветных анаглифов на фотобумаге.

Безусловно, сравнить растры с забором можно лишь условно. Есть растры, состоящие из большого числа маленьких линзочек: одни из них напоминают пчелиные соты, другие разрезанные вдоль круглые карандаши.

Наверняка вам попадались открытки или значки, у которых на одной и той же поверхности в одном положении видна одна картина, а в другом другая. Немного поразмыслив, вы теперь, конечно же, догадаетесь, как они делаются. При горизонтальном разрезе и увеличении этих картинок они походили бы на пилу с острыми зубьями. На одну сторону такого зуба нанесено одно изображение, на другую другое, так что оба изображения состоят из узких, расположенных через одну полос. Шаг этих зубчиков не должен быть слишком маленьким, поэтому даже невооруженным глазом видно, что картинки эти полосатые.

По такому же принципу можно изготавливать и стереофото, но их все же предпочитают делать при помощи линзового растра.

Растры, установленные в кинотеатрах, где демонстрируются стереофильмы, передают уже полноценное стереопространство. У нас в стране в последние годы все стереокинотеатры переведены на поляризационный способ.

21. ГОЛОГРАФИЯ

Голография существенно отличается от остальных способов достижения стереоизображения. Единым требованием по-прежнему остается следующее: каждый глаз видит свою картину.

Картины, сделанные способом голографии, называются голограммами. В переводе с греческого это слово означает «полное описание». Действительно, рассматривая голограмму, мы получаем абсолютно полное представление об объекте. Создается иллюзия, будто этот объект находится перед нами в стеклянном шкафу. Есть и такие голограммы, в которых частично или даже полностью изображение формируется в пространстве перед ней самой. Изображение, как и сам объект, можно рассматривать спереди, сбоку, под любым углом. Чтобы получить такую же возможность обозреть предмет с помощью стереофотографии, потребовалось бы бесконечно большое количество стереопар, снятых с разных точек зрения, но с таким расчетом, чтобы зритель одновременно видел лишь одну из них, ту, которая бы соответствовала положению его глаз именно в том месте, где они в этот момент остановились.

Голограммы снимаются при помощи лазера на пленку сверхвысокой разрешающей способности (1800—2000 л/мм).

Первые голограммы можно было рассматривать только в лучах лазера, а сегодня их освещают обыкновенными лампами накаливания через оранжевый светофильтр, можно смотреть их и при освещении солнечными лучами.

Метод голографии был открыт венгром Габором в 1948 году, но его ценность и перспективность была осознана лишь после открытия лазера в начале 60-х годов. И только через 23 года после своего открытия Габор получил за него Нобелевскую премию.

22. СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕРЕОФОТОГРАФИИ

В науке нет ни одной области, в которой бы стереофотография так или иначе не была полезной. Ее используют при исследовании

и создании сложных систем в гидротехнике, для фотографирования далеких звездных систем в астрономии, для рентгенологии и при микроисследованиях в медицине и многих других.

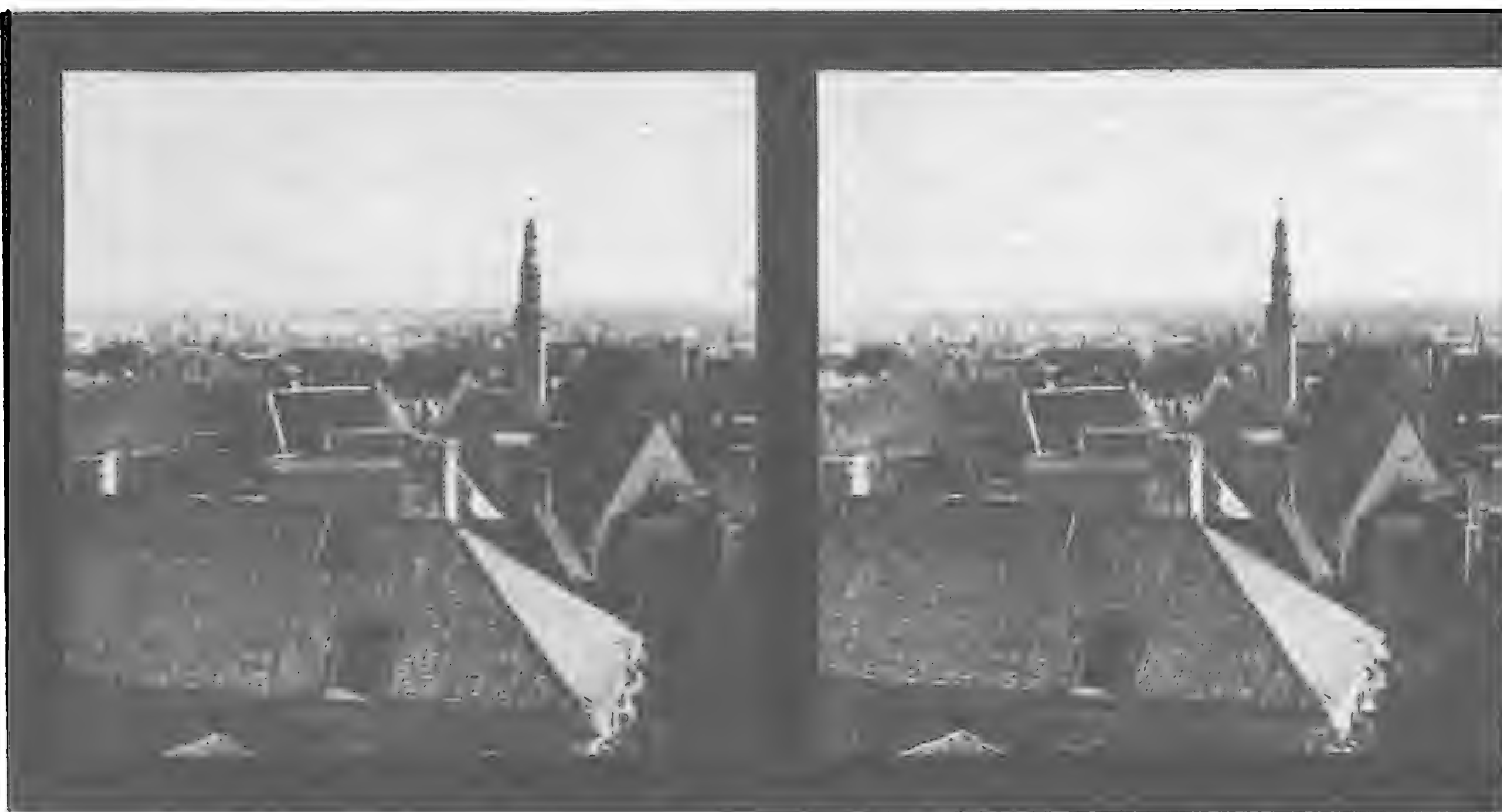
В сельском хозяйстве ее применяют в мелиорации, садоводстве, и даже в животноводстве. Широко используется стереофотография в топографии при аэрофотографировании и составлении точных карт, в архитектуре, изобразительном искусстве, геологии, географии и других отраслях науки.

Голография используется для точнейших измерений в военном деле, в океанологии...

Благодаря голографии люди с различных континентов смогли познакомиться, например, с бесценными сокровищами гробницы фараона Тутанхамона и другими памятниками культуры, произведениями искусства, не посещая тех стран и мест, где они находятся.

К сожалению, стереофотография не нашла пока применения в телевидении, хотя первые удачные попытки в этом направлении были сделаны еще в 1928 году.

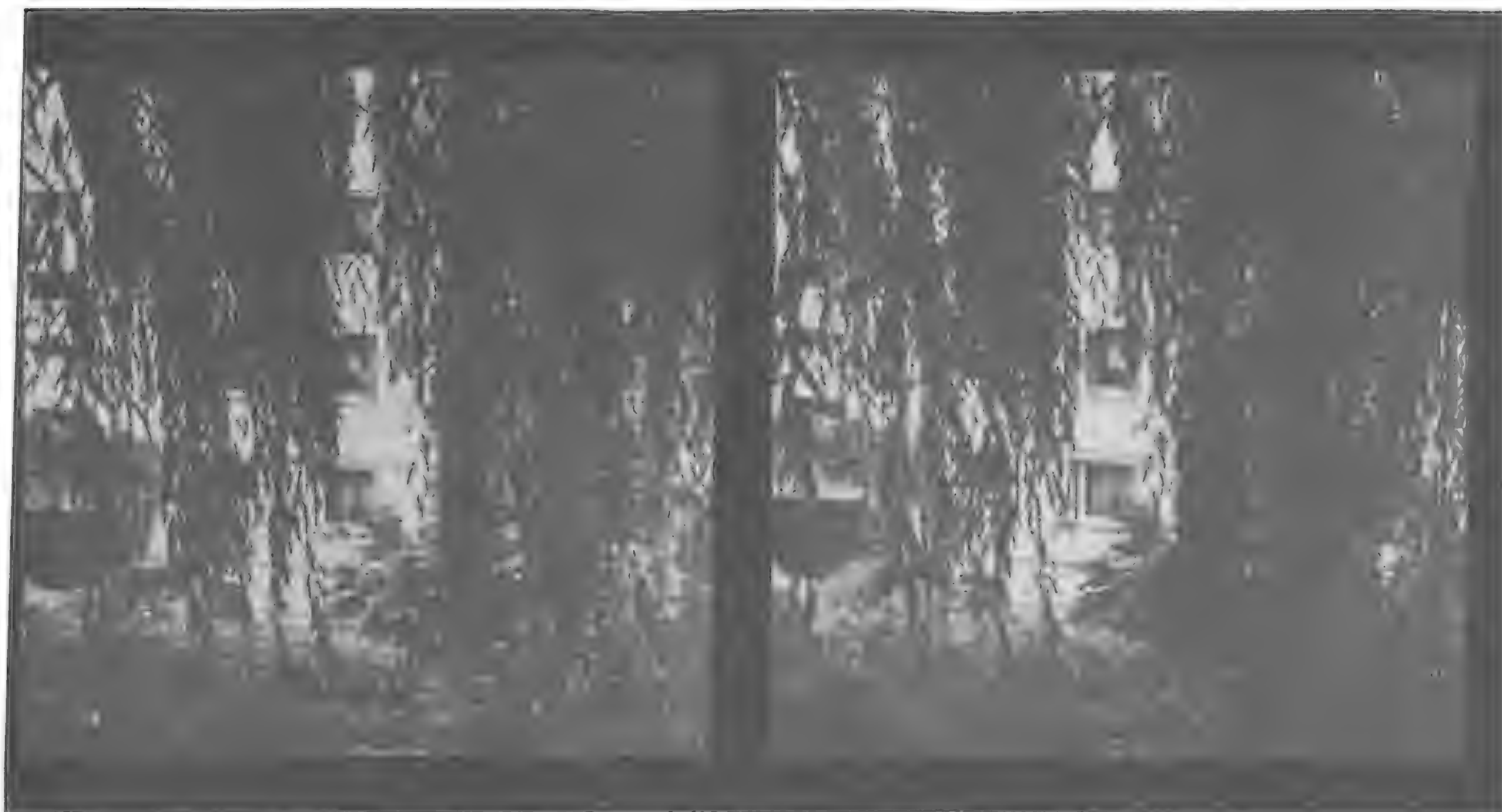
Выработано множество и в большинстве совершенных стереотелевизионных систем. Но пока стереотелевизор представляет собой очень сложное и дорогое удовольствие. Нужны специальные студии, каналы передачи и т. п. Проблема оказалась бы решенной, если бы был найден способ трансляции стереопередач по обыкновенным телевизорам — черно-белым и цветным. Но пока это кажется невозможным.



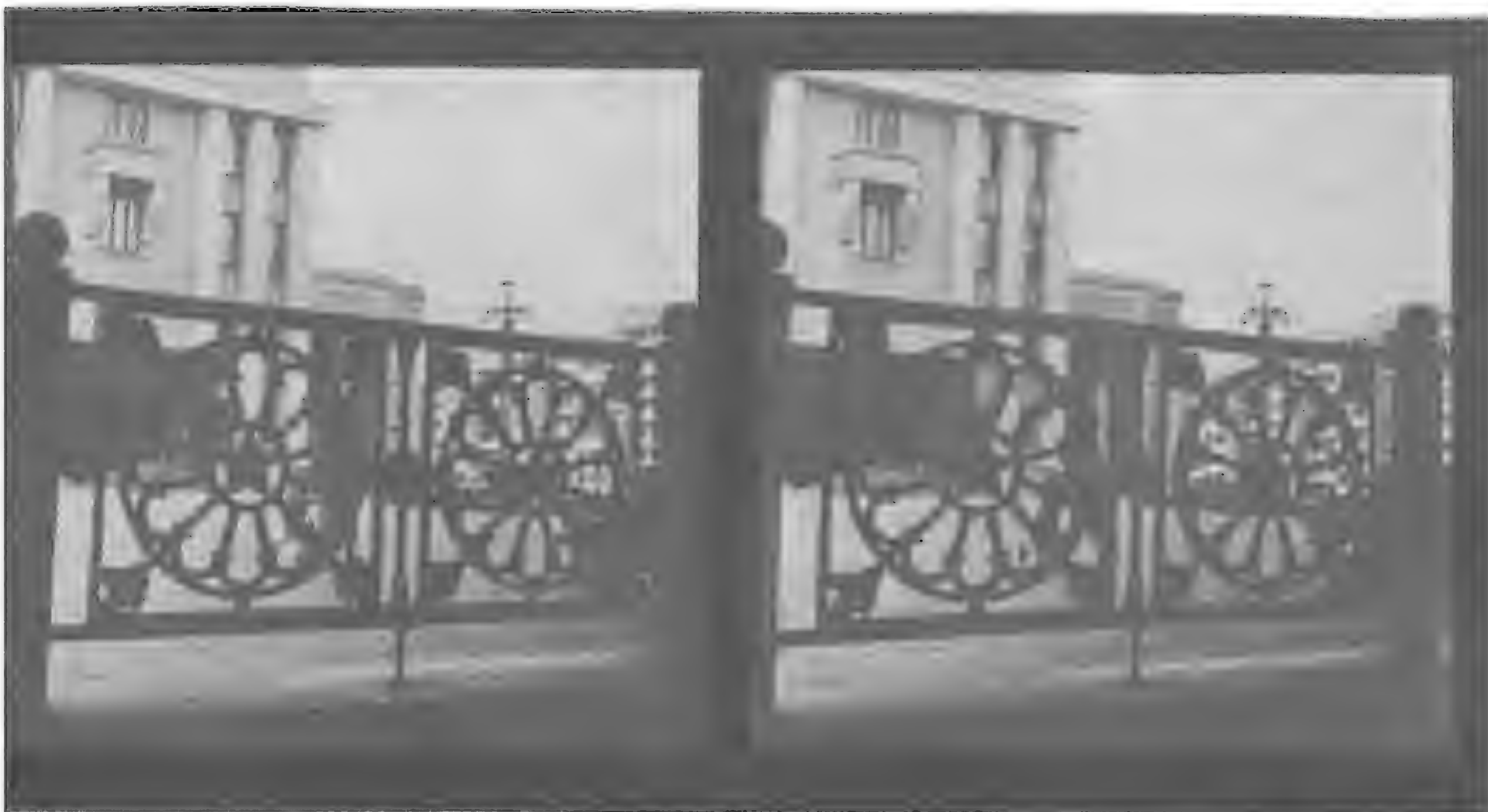
1. Эта картина поможет вам при изготовлении стереоскопа. Поместите на нее окулярную коробку так, как было указано в разделе «Изготовление стереоскопа»



2. Для стереофотографии довольно обычный прием, который условно можно назвать «колонны в профиль» — объекты размещены последовательно и частично прикрывают один другой



3. «Ширма» из ветвей дерева. Весьма редко случается, что «ширма» сама является и объектом съемки. Но и в таком случае задний план не должен быть ни сильно передержан, ни недодержан



4. «Ширма» из кованой ограды. Время экспонирования правильное, задний план освещен нормально. Но для съемки надо было выбрать время, когда и решетка освещена солнцем. Сейчас же «ширма», которая композиционно должна быть лишь вспомогательной деталью, начинает доминировать сама. Большая и черная, она делает мрачным весь снимок



5. Типичная «лестница», только немного в скрытом виде. Находящиеся в различных плоскостях детали строений значительно увеличивают пространственность; базис больше требующегося (20 см), но заметного эффекта макета не возникает



6. На снимке сочетаются «ширма» (ветка дерева), «лестница» (клумба, кусты, дом) и «колонны» (высотные здания). Но самая интересная деталь — скульптура — не «заиграла». Снимать надо было с меньшего расстояния



7. Увеличение выводит скульптуру на первый план, но не компенсирует малого стереобазиса. Скульптурная группа кажется плоской, как рельеф на листе металла. Между прочим, такой же эффект дает съемка с телеобъективом, если не увеличить базис



8. Обратная перспектива. Дальний план кажется ближе переднего



9. Тот же снимок, но смонтированный правильно.



10. Выдержки в 1/60 с вполне достаточно, чтобы снять проходящих мимо людей. Можно снимать также приближающийся или удаляющийся автомобиль. Но только в том случае, если он находится от вас дальше 6—7 м. Иначе произойдет то, что вы видите на снимке. На монофотографии такое допустимо, но на стереоснимке возникает впечатление, что автомобиль не движется, а вибрирует на месте



11. Синхронный спуск плохо отрегулирован (ошибка примерно в 0,5 с). Клумба внизу на снимке не производит должного впечатления и даже несколько раздражает. Часть площади снимка (тротуар, лица и одежда людей на переднем плане) не проработана. Это плохо выглядит даже на обычном снимке и еще хуже на стереофотографии



12. Съемка движущейся камерой требует особенно короткой выдержки. Если ею снимается объект, движущийся в непосредственной близости перед вами, то время экспонирования должно быть не менее 1/250 с, а если фотографируемое пространство имеет большую глубину — 1/500 или 1/750 с, иначе задний план неизбежно окажется нерезким



13. Глаз сглаживает довольно серьезные погрешности при монтаже. Если вы посмотрите на этот снимок через стереоскоп, то не заметите различной степени увеличения, но глаза сразу же устают, и сильно. Точно так же глаза устают от разных погрешностей при монтаже, поэтому монтировать надо не по принципу: «лишь бы совпало», а как можно точнее



14. Один из кадров стереопары пере-, а другой недоосвещен. Но в стереоскопе вы увидите нормально освещенную картину. И стереоэффект будет довольно хорошим. И все же детали, которые на одном из снимков полностью отсутствуют (на правом — один из домов, на левом — лица, одно окно и половина человека на переднем плане), будут на совмещенном кадре как бы светиться



15. Из-за отдаленности объекта обычный базис не обеспечивает достаточного стереоэффекта. Пространственными воспринимаются только деревья и ближайшие части строения



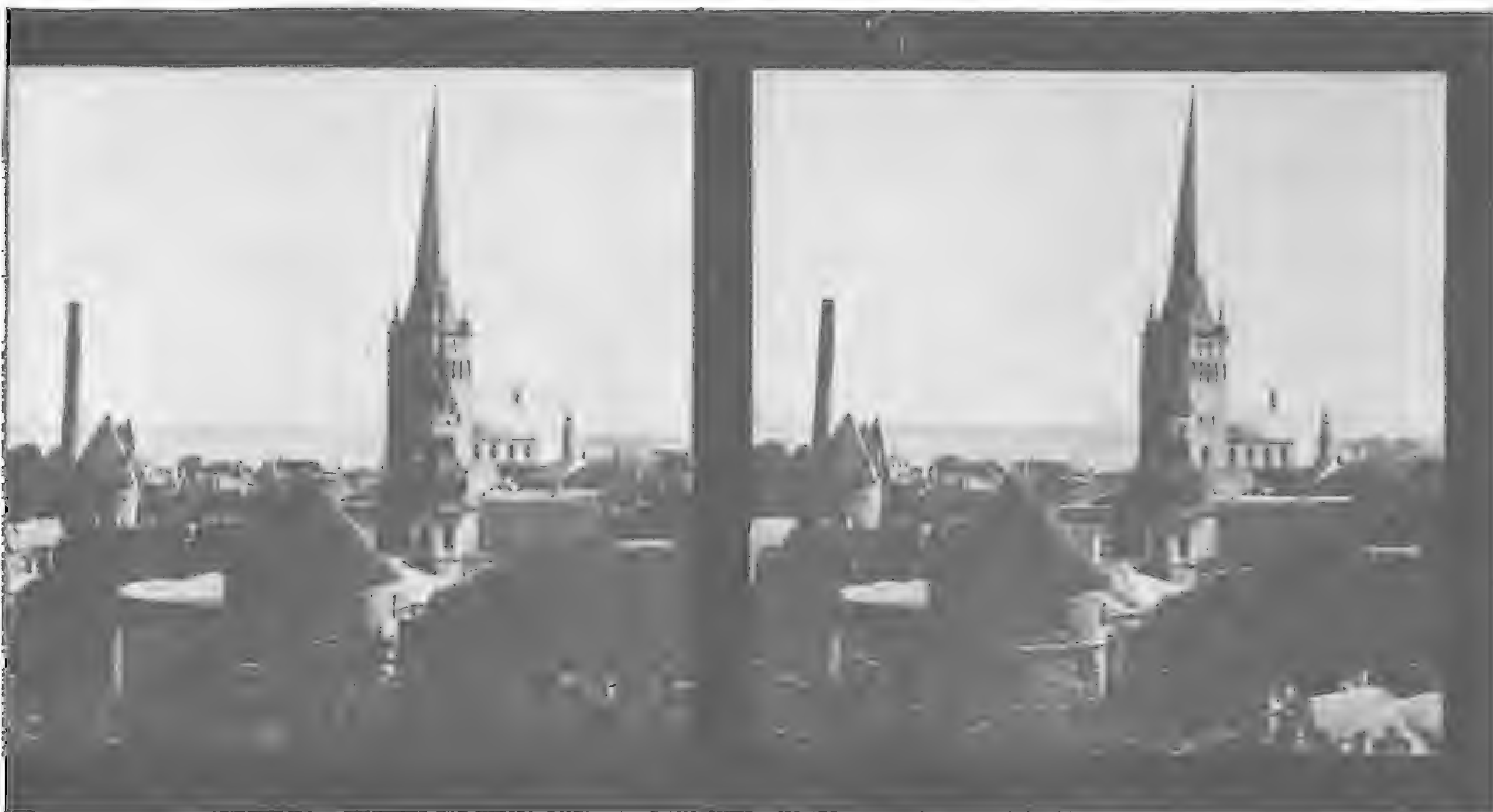
16. Базис в 400 мм создает уже полное пространственное восприятие, но ветви деревьев для такого базиса слишком близки. Отсюда и зоны неперекрытия



17. Базис в 1200 мм. Впечатление такое, что для съемки фотографирующий подошел гораздо ближе. Это вызывается эффектом макета (базис в 3 раза больше требуемого). И все же эффект макета мы не воспринимаем — во-первых, мы не помним размеров строения, во-вторых, на настоящий макет мы никогда не смотрим снизу вверх...)



18. Базис 100 мм... Мало!



19. Базис 2000 мм придает всему пространству хороший стереоэффект. Но в интересах композиции не удалось избежать кустов на переднем плане. Из-за слишком большого базиса (кусты гораздо ближе, чем допустимо) они при совмещении кадров не сливаются. С этим или придется примириться, или лучше снимок не делать вообще, если нет возможности снять его с такого места, чтобы кусты не входили в кадр



20. Выбранный базис мал для фотографирования этой интересной колоннады. Спуск не совсем точно синхронизирован — машины скорой помощи при рассматривании в стереоскоп не сливаются в одну



21. Базис достаточный. Объект снят поочередно. Но в кадр не должны были попадать близлежащие объекты — стоящая на центральном плане автомашина имеет большую зону неперекрытия, чтобы рассмотреть тротуар, нужно сильно напрягать глаза, если это вообще удастся. Да и движущихся отдаленных объектов не должно было бы быть на снимке — люди, попавшие в кадр, при рассмотрении в стереоскоп как бы светятся



22. Этот снимок и два последующих иллюстрируют возникновение эффекта макета. Базис 65 мм, расстояние — 50 м. Стереоэффект практически отсутствует



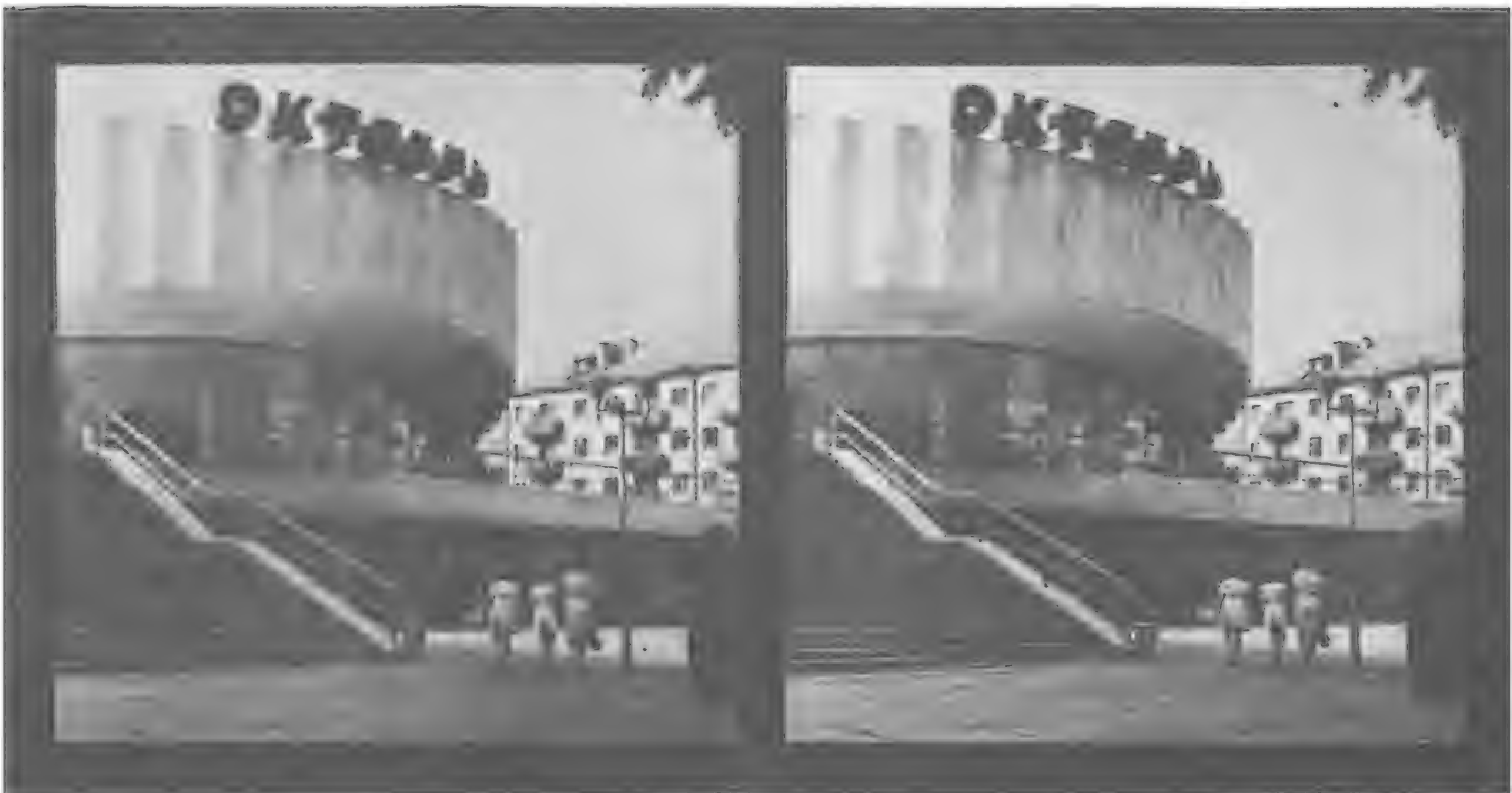
23. Ярко выраженный эффект макета. Базис 3500 мм. Тщательно вглядевшись, можно довольно точно определить расстояние до макета



24. Базис 5300 мм!.. Как видите, при съемке удаленных объектов он может быть намного больше допустимого базовой таблицей (но только при удаленных объектах!). Нередко эффект макета производит очень любопытное впечатление, но еще чаще — делает снимок неестественным. Если слишком часто пользоваться этим приемом, он вскоре надоедает



25. Интересное здание: фронтон, ажурный балкон, атланты... Но главное в композиции данного снимка — находящиеся на первом плане люди. Благодаря им создается ощущение пространственности, но влияние фона они уменьшают. Дом надо было снимать еще больше в «профиль» и с большим базисом. Для оживления снимка вполне подошли бы стоящая у правого края дороги машина или люди перед домом



26. Довольно частый для стереофотографии недостаток: интересный объект, неплохая композиция, подходящее освещение... а базиса не хватает!



27. Съемочное расстояние в 2 раза меньше оптимального. Искажения пропорций заметны даже на моноснимке (правая рука слишком велика), в стереоскопе заметны и искажения перспективы. Снимая с еще меньшего расстояния и с конвергенцией, можно было бы получить еще большее искажение — почти карикатуру. Из-за малого съемочного расстояния зоны неперекрытия очень велики



28. Сделана попытка уменьшить зоны неперекрытия, смонтировав кадры на большем расстоянии один от другого. Это допустимо, если после монтажа расстояние идентичных точек наиболее удаленного объекта не превышает 65 мм. На снимке это расстояние превышено, электродвигатель приходится рассматривать с дивергенцией



29. Увеличение, сделанное с того же негатива. Искажения пропорций уже незаметны. Монопортрет был бы вполне сносным, но стереоснимок еще больше подчеркивает искажения перспективы (голова по отношению к левому плечу).



30. Расстояние съемки в пределах дозволенного базовой таблицей (молоток и рука — несколько ближе, но искажение не очень заметно)

Таблица разниц в параллаксах при заданных L_2

B=65 мм, S=30 мм
(«ФЭД-Микрон»)

L_2 \ L_1	3,5 м	3,25 м	3 м	2,75 м	2,5 м	2,25 м	2 м	1,75 м	1,5 м	1,25 м	1 м	0,9 м	0,8 м	0,7 м
3,75 *м* (P = 0,52 *мм*)	0,04	0,08	0,13	0,19	0,26	0,35	0,46	0,59	0,78	1,04	1,43	1,65	1,92	2,27
3,5 *м* (P = 0,56 *мм*)		0,04	0,09	0,15	0,22	0,31	0,42	0,55	0,74	1,00	1,39	1,61	1,88	2,23
3,25 *м* (P = 0,60 *мм*)			0,05	0,11	0,18	0,27	0,38	0,51	0,70	0,96	1,35	1,57	1,84	2,19
3 *м* (P = 0,65 *мм*)				0,06	0,13	0,22	0,33	0,46	0,65	0,91	1,30	1,52	1,79	2,14
2,75 *м* (P = 0,71 *мм*)					0,07	0,16	0,27	0,40	0,59	0,85	1,24	1,46	1,73	2,08
2,5 *м* (P = 0,78 *мм*)						0,09	0,20	0,33	0,52	0,78	1,17	1,39	1,66	2,01
2,25 *м* (P = 0,87 *мм*)							0,11	0,24	0,43	0,69	1,08	1,30	1,57	1,92
2 *м* (P = 0,98 *мм*)								0,13	0,32	0,58	0,97	1,19	1,46	1,81
1,75 *м* (P = 1,11 *мм*)									0,19	0,45	0,84	1,06	1,33	1,68
1,5 *м* (P = 1,3 *мм*)										0,26	0,65	0,87	1,14	1,49
1,25 *м* (P = 1,56 *мм*)											0,39	0,61	0,88	1,23
1 *м* (P = 1,95 *мм*)												0,22	0,49	0,84
0,9 *м* (P = 2,17 *мм*)													0,27	0,62
0,8 *м* (P = 2,44 *мм*)														0,35

$B = 116$ мм, $f = 40$ мм
(«Смена»)

L_2 \ L_1	4,5м	4 м	3,75 м	3,5 м	3,25 м	3 м	2,75 м	2,5 м	2,25 м	2 м	1,75 м	1,5 м	1,25 м	1 м ($P =$ = 3,81 мм)
5 *м* ($P = 0{,}93$ *мм*)	0,10	0,23	0,31	0,40	0,50	0,62	0,76	0,93	1,13	1,39	1,72	2,16	2,78	3,71
4,5 *м* ($P = 1{,}03$ *мм*)		0,13	0,21	0,30	0,40	0,52	0,66	0,83	1,03	1,29	1,62	2,06	2,68	3,61
4 *м* ($P = 1{,}16$ *мм*)			0,08	0,17	0,27	0,39	0,53	0,70	0,90	1,16	1,49	1,93	2,55	3,48
3,75 *м* ($P = 1{,}24$ *мм*)				0,09	0,19	0,31	0,45	0,62	0,82	1,08	1,41	1,85	2,47	3,40
3,5 *м* ($P = 1{,}33$ *мм*)					0,10	0,22	0,36	0,53	0,73	0,99	1,32	1,76	2,38	3,31
3,25 *м* ($P = 1{,}43$ *мм*)						0,12	0,26	0,43	0,63	0,89	1,22	1,66	2,28	3,21
3 *м* ($P = 1{,}55$ *мм*)							0,14	0,31	0,51	0,77	1,10	1,54	2,16	3,09
2,75 *м* ($P = 1{,}69$ *мм*)								0,17	0,37	0,63	0,96	1,40	2,02	2,95
2,5 *м* ($P = 1{,}86$ *мм*)									0,20	0,46	0,79	1,23	1,85	2,78
2,25 *м* ($P = 2{,}06$ *мм*)										0,26	0,59	1,03	1,65	2,58
2 *м* ($P = 2{,}32$ *мм*)											0,33	0,77	1,39	2,32
1,75 *м* ($P = 2{,}65$ *мм*)												0,44	1,06	1,99
1,5 *м* ($P = 3{,}09$ *мм*)													0,62	1,55
1,25 *м* ($P = 3{,}71$ *мм*)														0,93

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Стереофотографией мы увлеклись много лет назад. Доступных по изложению книг для любителей в ту пору достать не могли — их просто не было в продаже. Поэтому пришлось перечитать массу мудреных сочинений по стереоскопии, серьезных научных публикаций в специальных журналах, из которых с трудом удалось понять, за счет чего и как можно получить объемное изображение снятого объекта на экране, как ощутить эту объемность.

Когда мы свои теоретические познания начали воплощать в практические дела, столкнулись со многими трудностями, неудачами. В течение ряда лет проделали огромную работу, прежде чем решили представить на суд вам наши стереоснимки. Постигали все примерно в том же порядке, в каком знакомим вас со стереофотографией на страницах данной книги.

Путь, который прошли мы, вольно-невольно должен будет пройти каждый стереофотолюбитель. Поэтому, чтобы облегчить этот путь, изложили именно то, чего не хватало нам самим поначалу.

Не обошлись мы при написании книги и без научных консультаций, за что выражаем большую признательность сотрудникам стереосектора Всесоюзного научно-исследовательского кинофотоинститута (НИКФИ) С. Н. Рожкову, Н. А. Овсянниковой. Возможно, без них эта книга и не состоялась бы. Но не состоялась бы она и без нашего горячего желания помочь всем, кто захочет выйти за «плоскость... фотографии» в объемный мир. Один из сотрудников НИКФИ сказал нам когда-то: «Может быть для любителей и должны писать любители. Они еще помнят, что просто, а что сложно. Для специалистов все просто, поэтому они пишут сложно». Пусть эти слова будут оправданием нашей книге — за простоту изложения, излишние подробности.

ЛИТЕРАТУРА

Барщевский Б. У., Иванов Б. Т. Объемная фотография.— М., 1970.—112 с.

Бунимович Д. З. Практическая фотография.— М., 1979.—320 с.

Валюс Н. А. Стереоскопия.— М., 1962.—379 с.

Власенко В. И. Техника объемной фотографии.— М., 1978.—102 с.

Волосов Д. С. Фотографическая оптика.— М., 1978.—543 с.

Иванов Б. Т. Стереокинотехника.— М., 1956.—216 с.

Иванов Б. Т., Барщевский Б. У. Объемные изображения.— М., 1957.—72 с.

Иванов Б. Т., Левингтон А. Л. Стереоскопическая фотография.— М., 1959.—96 с.

Мауринъ Е. Кинематографъ въ практической жизни.— Петроградъ, 1916.—136 с.

Шерклифф И. Поляризационный свет.— М., 1965—264 с.

Judge A. Stereoscopic photography.—London, 1935.

Dreizner, W. Diapraxis.— Leipzig, 1970.

Pietsch W. Dn. Praxis der stereo — Nahaufnahmen.— Knapp. Halle (Saale), 1955.—262 s.

СОДЕРЖАНИЕ

Часть 1

1. Что такое стереоизображение 3
2. Линзовый стереоскоп 7
3. Съемка 11
4. Стереосъемка двумя аппаратами. Стереопортреты 22
5. Зеркально-линзовый стереоскоп С. П. Иванова и Ю. М. Бутова 25
6. Цветные анаглифы 27
7. Возникновение стереоэффекта 33
8. Стереограф. Рисованные стереоизображения 37
9. Проецирование диапозитивов с помощью обычных проекторов 38
10. Изготовление поляроидов 45
11. Уровень на камере 50
12. Использование сменных объективов 51

Часть 2

13. Проецирование стереопроектором 57
14. Монтаж слайдов для проецирования 77
15. Изготовление стереопроектора 80
16. Еще раз о съемках для анаглифов 87
17. Стереоскоп (переворачивающий перспективу) А. Г. Болтянского и Н. А. Овсянниковой 92
18. Насадки 94
19. Маленькие хитрости 100
20. Растровые способы получения стереоизображения 107
21. Голография 108
22. Сферы применения стереофотографии 108

Приложение 125
Послесловие 127
Литература 127

Калью Касс
Аста Касс

ПРАКТИЧЕСКАЯ СТЕРЕОФОТОГРАФИЯ

Заведующая редакцией *З. М. Бедрицкая*. Редактор *Р. И. Косяк*. Художник *А. А. Шуплецов*. Художественный редактор *К. В. Хотяновский*. Технический редактор *С. И. Староверова*. Корректоры *Е. А. Лукошко, Т. Е. Медведева*.

ИБ № 458

Сдано в набор 22.01.86. Подписано в печать 17.12.86. АТ 00722. Формат $60\times90^1/_{16}$. Бумага офсетная № 1. Гарнитура школьная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 8,0+0,5 вкл. Усл. кр.-отт. 18,5. Уч.-изд. л. 9,8. Тираж 30 000 экз. Изд. № 1870. Зак. 2151. Цена 1 р.

Издательство «Полымя» Государственного комитета Белорусской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 220600, Минск, пр. Машерова, 11.

Минский ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат им. Я. Коласа. 220005, Минск, Красная, 23.

1 р.

